



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS KESEHATAN HUTAN MANGROVE BERDASARKAN  
METODE KLASIFIKASI NDVI PADA CITRA SENTINEL-2  
(Studi kasus: Teluk Pangpang Kab. Banyuwangi)**

**TUGAS AKHIR**

**ARIZAL KAWAMUNA  
21110112140080**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI  
SEMARANG  
JANUARI 2017**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS KESEHATAN HUTAN MANGROVE BERDASARKAN  
METODE KLASIFIKASI NDVI PADA CITRA SENTINEL-2  
(Studi kasus: Teluk Pangpang Kab. Banyuwangi)**

**TUGAS AKHIR**

**ARIZAL KAWAMUNA**

**21110112140080**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI  
SEMARANG  
JANUARI 2017**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

Proposal Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : ARIZAL KAWAMUNA

NIM : 211101112140080

Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI

Judul Skripsi :

### **ANALISIS KESEHATAN HUTAN MANGROVE BERDASARKAN METODE KLASIFIKASI NDVI PADA CITRA SENTINEL-2 (Studi kasus: Teluk Pangpang Kab. Banyuwangi)**

**Telah diseminarkan dan diterima sebagai Proposal Tugas Akhir Program Studi  
Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

Semarang, 30 Mei 2016

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Andri Suprayogi, ST., MT.  
197811252008121001

Arwan Putra Wijaya, ST., MT  
198501252012121005

Mengetahui :

Program Studi Teknik Geodesi  
Ketua

Ir. Sawitri Subiyanto, M.Si.  
NIP : 196603231999031008

## ABSTRAK

Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi merupakan teluk yang terletak di Kecamatan Muncar dan Kecamatan Tegaldlimo yang berlahan basah dan memiliki keanekaragaman ekosistem, baik ekosistem pasir, ekosistem rawa, payau, dan ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove adalah salah satu obyek yang bisa diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Sentinel-2 tahun 2016. Dalam menentukan luasan mangrove di daerah penelitian digunakan metode klasifikasi terbimbing dengan uji akurasi senilai 99,189% dan koefisien kappa senilai 0,987. Untuk menentukan tingkat kesehatan vegetasi mangrove di daerah penelitian, digunakan algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

Berdasarkan hasil penelitian, nilai NDVI mangrove di Teluk Pangpang dengan data tertinggi 0,811 dan terendah -0,119. Korelasi antara NDVI dengan nilai kerapatan jenis yaitu 0,91. Hasil korelasi tersebut termasuk korelasi sangat kuat (0,75–1,00). Koefisien korelasi bertanda positif artinya hubungan nilai NDVI pada citra dengan nilai kerapatan jenis satu arah, sehingga jika nilai NDVI tinggi (kesehatan vegetasi sangat baik), maka nilai kerapatan jenis juga semakin tinggi. Hasil luasan mangrove sebesar 1039,21 ha. Dari total luas tersebut 246,62 ha atau 23,73% merupakan daerah mangrove dengan kondisi sangat baik dan 409,31 ha atau 39,39% merupakan daerah mangrove dengan kondisi baik, kedua kondisi tersebut didominasi di Kecamatan Tegaldlimo. Luas 148,77 ha atau 14,32% merupakan daerah mangrove dengan kondisi normal, 19,62 ha atau 1,89% merupakan daerah mangrove dengan kondisi buruk dan 214,89 ha atau 20,6% merupakan daerah mangrove dengan kondisi sangat buruk, ketiga kondisi tersebut didominasi di Kecamatan Muncar.

Kata Kunci : Mangrove, NDVI, Sentinel-2

## **ABSTRACT**

*Pangpang bay Banyuwangi district is a bay located in Muncar sub-district and Tegaldimo sub-district which is wetlands and has diversity of ecosystem, from sand ecosystem, swamp ecosystem and mangrove ecosystem. Mangrove ecosystem is one object that can be identified using remote sensing technology. The data that used in this study is Sentinel 2 images year of 2016. In determining mangrove area in the study location the methods used is supervised classification with 99,189% accuration test and kappa coefisien of 0,987. To determine the health level of mangrove vegetation in the area Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) algorithm is used.*

*Based on research result, NDVI value of mangrove at Pangpang bay with highest value of 0,811 and lowest value of -0,119. Correlation between NDVI and species density is 0,91. That correlation result classified as very strong correlation (0,75-1,00). Coeficient correlation is positive which is mean correlation NDVI value at images with species density value is one line, so if NDVI value is high (vegetation health is very good), then the species density value is also high. The result from mangrove area of 1039,21 ha. From that total area, 246,62 ha or 23,73% classified as mangrove with very good conditon and 409,31 ha or 39,39% classified as mangrove with good condition. On both conditon is dominated in Tegaldimo sub-distrit. Area of 148,77 ha or 14,32% classified as mangrove with normal condition, 19,62 ha or 1,89% classified as mangrove with poor condition, and 214,89 ha or 20,6% classified as mangrove with very poor condition, the third condition is dominated in Muncar sub-district.*

*Keyword : Mangrove, NDVI, Sentinel-2*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
Bab I   Pendahuluan .....	1
I.1   Latar Belakang .....	1
I.2   Rumusan Masalah .....	2
I.3   Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
I.4   Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.4.1   Wilayah Penelitian .....	3
I.4.2   Batas penelitian .....	3
I.5   Metodologi Penelitian .....	4
I.6   Sistematika Penulisan .....	4
Bab II   Tinjauan Pustaka .....	5
II.1   Kawasan Teluk Pangpang .....	5
II.2   Kajian Penelitian Terdahulu .....	5
II.3   Ekosistem Mangrove .....	6
II.3.1   Zonasi Mangrove .....	8
II.3.2   Fungsi Mangrove .....	9
II.3.3   Konservasi Mangrove .....	10
II.3.4   Degradasi Mangrove .....	11
II.3.5   Faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan mangrove .....	13
II.4   Penginderaan Jauh .....	14
II.5   Aplikasi Penginderaan Jauh Mangrove.....	14
II.5.1   Penggunaan Indeks Vegetasi Untuk Kerapatan Mangrove.....	15
II.6   Interpretasi Citra .....	17
II.7   Koreksi Citra .....	19
II.7.1   Koreksi Geometrik .....	19
II.8   Sentinel-2 .....	20
II.9   Komposite Band RGB .....	21

II.10	Klasifikasi <i>Supervised</i> .....	22
II.11	Metode Uji Akurasi Klasifikasi Menggunakan Matriks Konfusi .....	22
II.12	Penentuan Sampel .....	24
II.13	Teori Statistik.....	25
II.13.1	Uji distribusi normal .....	25
II.13.2	Uji korelasi .....	27
II.13.3	Uji signifikansi .....	27
Bab III	Metodologi Penelitian .....	29
III.1	Tahap Persiapan .....	29
III.2	Lokasi Penelitian.....	29
III.3	Data Penelitian .....	29
III.3.1	Bahan dan Data Penelitian .....	30
III.4	Metode Penelitian .....	30
III.4.1	Pengolahan Data Sentinel-2 .....	32
III.4.2	RGB Sentinel-2 .....	32
III.4.3	Pemotongan Citra.....	32
III.4.4	Koreksi Geometrik .....	33
III.5	Penyusunan Komposite Warna Deteksi Mangrove .....	35
III.5.1	Klasifikasi <i>Supervised</i> .....	35
III.5.2	Perhitungan Akurasi.....	37
III.5.3	Eksport ke format <i>shapefile</i> .....	38
III.5.4	<i>Ground Check</i> .....	39
III.6	Analisis indeks vegetasi.....	41
III.7	Klasifikasi Kesehatan Vegetasi Mangrove .....	43
III.7.1	Eksport ke format <i>shapefile</i> .....	44
III.7.2	Validasi Kerapatan .....	45
III.7.3	Tahap Analisa.....	46
Bab IV	Hasil dan Pembahasan .....	47
IV.1	Koreksi Geometrik.....	47
IV.2	Hasil Klasifikasi dan Luas Mangrove .....	47
IV.2.1	Hasil Klasifikasi .....	47
IV.2.2	Matriks Kesalahan.....	48
IV.3	Hasil Persebaran Nilai NDVI.....	50

IV.4	Klasifikasi Kesehatan Mangrove berdasarkan Nilai NDVI.....	51
IV.5	Hasil dan Analisis Kesehatan Vegetasi Mangrove Tahun 2016.....	52
IV.6	Hasil Validasi Lapangan .....	53
IV.6.1	Kondisi Kerapatan Mangrove .....	53
IV.6.2	Validasi Hasil Pengolahan Citra .....	55
Bab V	PENUTUP.....	60
V.1	Kesimpulan .....	60
V.2	Saran .....	60
	DAFTAR PUSTAKA.....	62



## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Wilayah Penelitian (Sumber : <a href="http://www.banyuwangikab.go.id">www.banyuwangikab.go.id</a> ) .....	3
Gambar II.1 Salah Satu Tipe Zonasi Mangrove (Sumber: Bengen, 2004) .....	9
Gambar II.2 Sifat pantulan komponen vegetasi (Lillesand dan Kiefer,1990).....	15
Gambar II.3 Sentinel-2 Observasi ( <a href="https://earth.esa.int">https://earth.esa.int</a> ) .....	20
Gambar II.4 Resolusi spasial band: B2 (490 nm), B3 (560 nm), B4 (665 nm) and B8 (842 nm) ( <a href="https://earth.esa.int">https://earth.esa.int</a> ).....	21
Gambar II.5 Resolusi spasial band : B5 (705 nm), B6 (740 nm), B7 (783 nm), B8a (865 nm), B11 (1610 nm) and B12 (2190 nm) ( <a href="https://earth.esa.int">https://earth.esa.int</a> ) .....	22
Gambar II.6 Resolusi spasial band : B1 (443 nm), B9 (940 nm) and B10 (1375 nm) ( <a href="https://earth.esa.int">https://earth.esa.int</a> ) .....	22
Gambar III.1 Wilayah penelitian (Sumber : <a href="http://www.banyuwangikab.go.id">www.banyuwangikab.go.id</a> ).....	29
Gambar III.2 Diagram alir penelitian .....	31
Gambar III.3 Hasil download nilai reflektan .....	32
Gambar III.4 RGB Sentinel-2.....	32
Gambar III.5 Pemotongan citra RGB .....	33
Gambar III.6 Persebaran GCP RGB 2,3,4.....	34
Gambar III.7 Hasil RMSe pada tiap GCP .....	34
Gambar III.8 Perbandingan RGB Landsat 8 dan Sentinel-2 .....	35
Gambar III.9 <i>ROI supervised classification</i> .....	36
Gambar III.10 Hasil <i>supervised classification</i> .....	37
Gambar III.11 Hasil <i>confussion matrix supervised</i> .....	38
Gambar III.12 Hasil <i>supervised classification</i> .....	38
Gambar III.13 Luasan eksport mangrove .....	39
Gambar III.14 Rumus bandmath NDVI .....	42
Gambar III.15 Nilai NDVI .....	42
Gambar III.16 Persebaran nilai NDVI mangrove.....	43
Gambar III.17 <i>ROI NDVI</i> .....	43
Gambar III.18 Persebaran kesehatan mangrove .....	44
Gambar III.19 Luasan kesehatan mangrove .....	44
Gambar III.20 Sampel validasi lapangan .....	45
Gambar III.21 Persebaran titik validasi.....	45

Gambar III.22 Peta kesehatan mangrove.....	46
Gambar IV.1 Hasil <i>supervised classification</i> .....	48
Gambar IV.2 Peta persebaran NDVI mangrove Teluk Pangpang.....	50
Gambar IV.3 Hasil persebaran kesehatan mangrove.....	52
Gambar IV.4 Persebaran titik sampel validasi tajuk .....	55
Gambar IV.5 Sampel pengambilan nilai tajuk di lapangan.....	56
Gambar IV.6 Hasil Korelasi .....	59

## DAFTAR TABEL

<i>Tabel II.1</i> Peneliti terdahulu .....	5
<i>Tabel II.2</i> Spesies mangrove yang tercatat di Indonesia (Soegiarto dan Polunin, 1982) .....	7
<i>Tabel II.3</i> Ph dan Salinitas.....	13
<i>Tabel II.4</i> Hubungan Nilai NDVI dengan Kesehatan dan Kepadatan Tanaman.....	16
<i>Tabel II.5</i> Karakteristik Citra Sentinel-2 .....	20
<i>Tabel II.6</i> Bentuk matriks kesalahan .....	24
<i>Tabel II.7</i> Jumlah titik sampel berdasarkan skala peta.....	25
<i>Tabel II.8</i> Tingkat korelasi menurut Jonatan Sarwono (Setabasri, 2014) .....	27
<i>Tabel III.1</i> Perolehan data .....	30
<i>Tabel III.2</i> Kondisi kesesuaian lapangan .....	39
<i>Tabel III.3</i> Tabel Lanjutan.....	40
<i>Tabel III.4</i> Lanjutan Tabel.....	41
<i>Tabel IV.1</i> Tabel GCP Citra Sentinel-2 Tahun 2016.....	47
<i>Tabel IV.2</i> Matriks konfusi tahun 2016.....	49
<i>Tabel IV.3</i> Hubungan Nilai NDVI dengan Kesehatan dan Kepadatan Tanaman.....	51
<i>Tabel IV.4</i> Luas (ha) dari Tingkat Kesehatan Mangrove .....	52
<i>Tabel IV.5</i> Kriteria kerusakan mangrove.....	54
<i>Tabel IV.6</i> Hasil validasi kesesuaian kriteria kerusakan mangrove .....	54
<i>Tabel IV.7</i> Tabel Lanjutan .....	55
<i>Tabel IV.8</i> Data Sebaran Nilai NDVI pada Citra terhadap Nilai Kerapatan Jenis di Lapangan .....	56
<i>Tabel IV.9</i> Tabel Lanjutan .....	57
<i>Tabel IV.10</i> Perhitungan uji distribusi normal.....	57
<i>Tabel IV.11</i> Uji Linearitas .....	58
<i>Tabel IV.12</i> Perhitungan uji T .....	59

# **Bab I   Pendahuluan**

## **I.1   Latar Belakang**

Hutan mangrove dunia sebagian besar di daerah tropis, termasuk di Indonesia. Luas hutan mangrove di Indonesia pada tahun 2005 mencapai 3.062.300 ha atau 19% dari luas hutan mangrove di dunia dan yang terbesar di dunia melebihi Australia (10%) dan Brazil (7%). Di Asia sendiri luas hutan mangrove Indonesia berjumlah sekitar 49% dari total hutan mangrove di Asia yang diikuti oleh Malaysia (10%) dan Myanmar (9%) (FAO, 2007). Menurut Rusila Noor, dkk. (1999) Indonesia merupakan negara yang mempunyai luas hutan mangrove terluas didunia dengan keragaman hayati terbesar di dunia dan struktur paling bervariasi di dunia.

Pesisir memiliki arti yang strategis karena merupakan wilayah interaksi/peralihan (interface) antara ekosistem darat dan laut yang memiliki sifat dan ciri yang unik, dan mengandung produksi biologi cukup besar serta jasa-jasa lingkungan. Kekayaan sumber daya yang dimiliki wilayah tersebut menimbulkan daya tarik dari berbagai pihak untuk memanfaatkan secara langsung atau untuk meregulasi pemanfaatannya karena secara sektoral memberikan sumbangan yang besar dalam kegiatan ekonomi misalnya pertambangan, perikanan, kehutanan, industri, pariwisata dan lain-lain. Wilayah pesisir merupakan ekosistem transisi yang dipengaruhi daratan dan lautan, yang mencakup beberapa ekosistem, salah satunya adalah ekosistem hutan mangrove (Bengen 2001).

Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologi, fisik dan sosial-ekonomi yang penting dalam pembangunan, khususnya di wilayah pesisir. Menurut Pramudji (Kordi, 2001), mangrove merupakan ekosistem daerah peralihan antara darat dan laut, yang banyak dipengaruhi oleh gelombang, topografi pantai dan pasang surut air laut, terutama salinitas. Selain itu, proses dekomposisi serasah bakau yang terjadi mampu menunjang kehidupan makhluk hidup didalamnya.

Untuk mencegah dan menanggulangi kerusakan hutan mangrove diperlukan pemetaan dan sebaran mangrove. Pemetaan ini berguna untuk pengelolaan dan penetapan kebijakan pada ekosistem mangrove dan daerah pesisir. Dalam melakukan pemantauan mangrove tidak semudah apa yang dibayangkan. Apalagi pemetaan sampai ke perebaran kesehatan mangrove. Sebagai alternatifnya dikembangkan dengan teknik penginderaan jauh. Teknik ini sangat bermanfaat untuk pemetaan wilayah yang sangat luas diantaranya adalah mangrove.

Penginderaan jauh merupakan teknologi yang cepat dan efisien untuk pengelolaan ekosistem mangrove yang banyak terdapat di pesisir, kebanyakan daerah sulit dijangkau, pengukuran lapangan sulit dilakukan dan biaya yang mahal (Held et al., 2003 in Vaiphasa, 2006). Hal ini didukung oleh banyaknya aplikasi penginderaan jauh untuk studi mangrove yang berhasil dilakukan khususnya untuk inventarisasi sumberdaya dan deteksi perubahan mangrove (Vaiphasa, 2006). Ekosistem mangrove adalah salah satu obyek yang bisa diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Letak geografi ekosistem mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya. Efek perekaman tersebut sangat erat kaitannya dengan karakteristik spektral ekosistem mangrove, hingga dalam identifikasi memerlukan suatu transformasi tersendiri. Pada umumnya untuk deteksi vegetasi digunakan transformasi indeks vegetasi. Dalam penelitian ini akan mengkaji tingkat kesehatan vegetasi mangrove berdasarkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan teknik penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit Sentinel-2 Tahun 2016. Selain itu dalam penelitian ini nilai NDVI citra Sentinel-2 divalidasi dengan nilai Kerapatan Jenis di lapangan.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara mengolah *Supervised Classification* menggunakan citra Sentinel-2?
2. Bagaimana sebaran nilai *Normalized Difference Vegetation Index* menggunakan citra Sentinel-2 di Teluk Pangpang Banyuwangi?
3. Bagaimana klasifikasi kesehatan hutan mangrove menggunakan citra Sentinel-2 di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi?

### I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

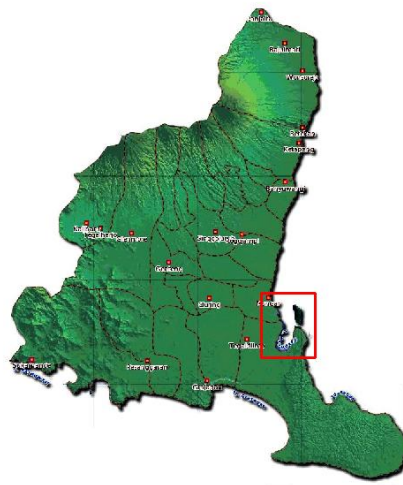
Adapun maksud dan tujuan penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui langkah-langkah mengolah citra Sentinel-2 menggunakan metode *Supervised Classification*.
2. Untuk mengetahui langkah-langkah mengolah citra Sentinel-2 menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index*.
3. Untuk mengetahui persebaran nilai NDVI Sentinel-2 dan menganalisis kesehatan mangrove.

### I.4 Ruang Lingkup Penelitian

#### I.4.1 Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian meliputi daerah pesisir pantai Banyuwangi. Secara geografis daerah Teluk Pangpang Banyuwangi adalah terletak di kecamatan Muncar dan kecamatan Tegaldlimo dengan koordinat  $8^{\circ}27'0,52''$ - $8^{\circ}32'0,98''$  LS dan  $114^{\circ}20'9,88''$  -  $114^{\circ}21'7,47''$  BT.



Gambar I.1 Wilayah Penelitian (Sumber : [www.banyuwangikab.go.id](http://www.banyuwangikab.go.id) )

#### I.4.2 Batas penelitian

1. Daerah penelitian ini di wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi.
2. Penelitian ini menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index*
3. Penelitian ini menggunakan *Supervised Classification* untuk mengetahui luasan mangrove.
4. Penelitian ini mengklasifikasikan kesehatan mangrove dengan metode NDVI untuk mengetahui nilai kanopi.

## **I.5 Metodologi Penelitian**

Metodologi penelitian yang secara umum digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi literatur

Penulis mencari bahan studi literatur antara lain buku, jurnal, artikel blog dari para akademisi untuk memberi arah penelitian.

2. Pengumpulan data

Data utama yang akan digunakan adalah citra Sentinel-2 yang akan diunduh di [www.scihub.copernicus.eu/](http://www.scihub.copernicus.eu/) lewat QGIS. Data pelengkap peta administrasi dan tutupan lahan di dapat di BAPPEDA.

3. Pengolahan data

Pada tahap ini dilakukan dengan metode klasifikasi terbimbing untuk mengetahui area luasan mangrove dan NDVI untuk nilai kerapatan kanopi mangrove.

## **I.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan tugas akhir ini akan diuraikan ke dalam suatu kerangka pembahasan sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan tugas akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan landasan teori yang berkaitan dengan penelitian pemetaan sebaran mangrove, dan juga tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi laporan penelitian yang dibuat.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan uraian jalannya penelitian yaitu tahap persiapan yang terdiri dari data penelitian, perangkat penelitian, metode penelitian dan pengolahan data.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang hasil yang diperoleh dari klasifikasi terbimbing luasan mangrove. Termasuk hasil klasifikasi NDVI dan analisis persebaran kesehatan mangrove berdasarkan kerapatan kanopi.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi tentang kesimpulan dan saran terhadap hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

## Bab II Tinjauan Pustaka

### II.1 Kawasan Teluk Pangpang

Kawasan Teluk Pangpang adalah salah satu pesisir yang menjadi pusat (central) kegiatan perikanan laut di Kabupaten Banyuwangi. Kawasan Teluk Pangpang ini berbatasan dengan Selat Bali di sebelah Timur dan Samudra Indonesia di sebelah Selatan. Teluk Pangpang berada di Selatan Banyuwangi dengan panjang  $\pm 8$  km, lebar teluk  $\pm 3,5$  km dengan luas wilayah perairan  $\pm 3.000$  ha, terletak di dua wilayah administrasi yaitu Kecamatan Muncar dan Kecamatan Tegaldlimo. Teluk Pangpang dikelilingi pesisir yang mempunyai potensi mangrove yang secara geografis terletak antara  $8^{\circ}27'052''$  -  $8^{\circ}32'098''$  LS dan  $114^{\circ}20'9,88''$  -  $114^{\circ}21'7,47''$  BT (Pemkab Banyuwangi, 2014).

### II.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Adapun tujuan kajian penelitian terdahulu adalah untuk membantu peneliti untuk menyesuaikan masalah penelitiannya dan menguasai ilmu pengetahuan yang mendasari atau terkait dengan peneliti dengan mengacu pada teori dan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan. Peneliti terdahulu yang menjadi acuan penulis ditujukan pada tabel II.1

Tabel II.1 Peneliti terdahulu

No	Pengarang	Tahun	Judul	Keterangan
1	Bambang Wahyudi, Andri Suprayogi dan Bandi Sasmito	2012	Pemetaan Sebaran Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi	Deteksi mangrove dan pembuatan <i>Supervised Classification</i> mangrove
2	Yenny Paras Dasuka	2015	Analisis Sebaran Jenis Vegetasi Hutan Alami Menggunakan Sistem Penginderaan Jauh	Pemetaan kanopi menggunakan citra satelit dengan metode NDVI
3	Rendi Aulia, Yudo Prasetyo dan Hani'ah	2015	Analisis Korelasi Perubahan Garis Pantai Terhadap Luasan Mangrove Di Wilayah Pesisir Pantai Semarang	Korelasi antara nilai karopi mangrove dari citra dengan kerapatan jenis
4	Apriadi Budi Raharja, Bambang Widigdo, dan Dewayani Sutrisno	2014	Kajian potensi kawasan mangrove di kawasan pesisir Teluk Pangpang, Banyuwangi	Potensi kawasan mangrove yang terdapat di teluk pangpang



No	Pengarang	Tahun	Judul	Keterangan
5	Maulinna Kusumo Wardhani	2014	Analisis Kesesuaian Lahan Konservasi Hutan Mangrove di Teluk Pangpang Kabupaten Bangkalan	Analisa kesehatan vegetasi mangrove dengan studi kawasan

Bambang Wahyudi (2012) menjelaskan untuk pemetaan mangrove di Banyuwangi menggunakan dengan metode *supervised*. Metode NDVI digunakan untuk mengetahui kerapatan mangrove.

Yenny Paras Dasuka (2015) menjelaskan bahwa vegetasi alami dapat digunakan metode *supervised* dengan *overlay* DEM, sehingga dapat diketahui seberapa tinggi hutan alami tersebut. Semakin tinggi hutan maka semakin sehat tanamannya.

Rendi Aulia, Yudo Prasetyo dan Hani'ah (2015) menjelaskan bahwa luas mangrove dapat berpengaruh dengan perubahan garis pantai. Setiap tahun luas mangrove yang di teliti oleh Rendi mengalami penurunan sehingga dapat disimpulkan kesehatanpun juga menurun.

Apriadi Budi Raharja, Bambang Widigdo, dan Dewayani Sutrisno (2014) menjelaskan tentang potensi dan tujuan terbentuknya mangrove di Teluk Pangpang sehingga dapat di analisis kesehatan dengan tutupan lahan yang mempengaruhinya.

Maulinna Kusumo Wardhani (2014) menjelaskan tentang kesesuaian lahan mangrove dengan studi kawasan tentang data salinitas dan juga nilai pH yang dapat mempengaruhi kesehatan mangrove.

### II.3 Ekosistem Mangrove

Hutan bakau (mangrove) merupakan istilah yang menyatakan komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah dengan jangkauan pasang surut. Ekosistem mangrove menyatakan ekosistem tumbuhan yang terdapat di kawasan pesisir (pasang surut) yang dimana tumbuhan dapat bertoleransi terhadap tingkat salinitas tertentu dan juga terdapat faktor biotik dan abiotik yang saling berinteraksi (Soerianegara (1987) dalam Noor et al., 2006). Menurut Kuswadji (2001) ekosistem mangrove merupakan penghasil detritus, sumber nutrisi, dan bahan organik yang dibawa ke ekosistem padang lamun oleh arus kuat. Sedangkan ekosistem lamun berfungsi sebagai penghasil bahan organik dan nutrisi yang akan dibawa ke ekosistem terumbu karang. Selain itu, ekosistem lamun juga berfungsi sebagai penjebak sedimen (*sediment trap*) sehingga tersebut tidak mengganggu kehidupan terumbu karang. Selanjutnya ekosistem terumbu karang dapat berfungsi sebagai pelindung pantai dari hempasan ombak (gelombang) dan arus laut.

Tabel II.2 Spesies mangrove yang tercatat di Indonesia (Soegiarto dan Polunin, 1982)

Famili	Spesies	Penyebaran				
		1	2	3	4	5
Apocynaceae	<i>Carbera manghas</i>		v	v	v	v
Bignoniaceae	<i>Dolichandrome</i>			v	v	
Combretaceae	<i>Lumitzera littorea</i>		v	v	v	v
	<i>L. Lutea</i>				v	
	<i>L. Rasemosa</i>	v	v	v		v
Euphorbiaceae	<i>Excoecaria agallocha</i>	v	v	v	v	v
Flacourtiaceae	<i>Scolopia maerophylla</i>	v	v			
Leguminosae	<i>Cynometra ramiflora</i>			v	v	
	<i>Pithechellobium umbellatum</i>				v	
Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>					
	<i>X. molucensis</i>	v	v	v	v	v
Myrtaceae	<i>Osbornia octodonta</i>		v	v		v
Palmae	<i>Nypa fruticans</i>	v	v	v		v
	<i>Oncosperma tisillaria</i>	v		v		
	<i>Phoenix paludosa</i>	v				
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera cylindrica</i>	v	v	v		v
	<i>B. exarista</i>					v
	<i>B. gymnorhyza</i>	v	v	v	v	v
	<i>B. parviflora</i>	v		v	v	v
	<i>B. sexangula</i>	v		v		v
	<i>B. baenesii</i>					v
	<i>Ceriops decandra</i>	v	v	v		v
	<i>C. tagal</i>	v	v	v	v	v
	<i>Kandelia candae</i>	v				
	<i>Rhizophora apiculata</i>	v	v	v	v	v
	<i>R. mucronata</i>	v	v	v		v
	<i>R. stylosa</i>		v			v
Rubiaceae	<i>Schyphiphora hydrophyllaceae</i>	v	v	v		v
Rutaceae	<i>Paramignya</i>	v	v			
Sonnerataceae	<i>Sonneratia alba</i>	v	v	v	v	v
	<i>S. caseolaris</i>	v	v	v	v	v
	<i>S. ovata</i>	v	v	v	v	v
Sterculiaceae	<i>Heritiera littoralis</i>	v	v	v	v	v
Avicenniaceae	<i>Avicennia alba</i>	v	v	v	v	v
Verbenaceae	<i>A. Marina</i>	v	v	v	v	v
	<i>A. Officinalis</i>	v	v	v	v	v
Jumlah Total	38	27	26	29	26	29

Keterangan :

1 = Sumatera

2 = Jawa, Bali, Kalimantan

3 = Sulawesi

4 = Maluku, Nusa Tenggara

5 = Irian Jaya

### II.3.1 Zonasi Mangrove

Beberapa aspek lingkungan mangrove yang dapat dipelajari dengan menggunakan penginderaan jauh adalah spesies mangrove dan identifikasi zonasi, perubahan tata guna lahan mangrove, keberadaan mangrove dan distribusinya, serta lingkungan fisik mangrove (Hartono, 1994).

Chaudhury (1985) menjelaskan bahwa informasi lebih lanjut yang dapat diperoleh dari penginderaan jauh untuk studi ekosistem mangrove adalah:

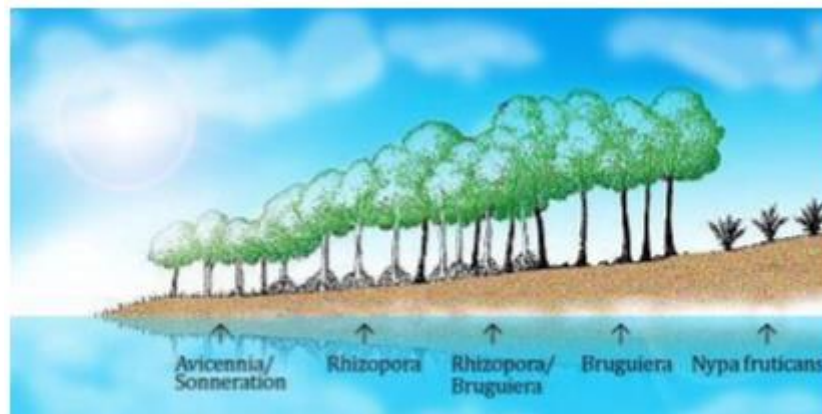
1. Identifikasi dan kuantifikasi hutan mangrove.
2. Identifikasi dan kenampakan zona (tipe-tipe variasi) di daerah mangrove.
3. Identifikasi keberadaan dan profil dataran berlumpur.
4. Monitoring proses-proses dinamis (akresi, erosi) di lingkungan mangrove.
5. Monitoring sedimentasi laut lepas, ekspor bahan organik dan sistem aliran.
6. Identifikasi tipe-tipe tanah.
7. Monitoring karakteristik air (contoh : salinitas, turbiditas) di daerah mangrove.
8. Monitoring tata guna lahan mangrove (contoh : akuakultur, kehutanan).
9. Monitoring perubahan aktivitas penggunaan di daerah mangrove

Vegetasi mangrove secara khas memperlihatkan adanya pola zonasi (Gambar II.1). Beberapa ahli (seperti Chapman, 1977 & Bunt dalam M Khazali 2006) menyatakan bahwa hal tersebut berkaitan erat dengan tipe tanah (lumpur, pasir atau gambut), keterbukaan terhadap hempasan gelombang, salinitas serta pengaruh pasang surut. Sebagian besar jenis-jenis mangrove tumbuh dengan baik pada tanah berlumpur, terutama di daerah dimana endapan lumpur terakumulasi. Di Indonesia, substrat berlumpur ini sangat baik untuk tegakan *Rhizophora mucronata* and *Avicennia marina* (Kint, 1934 dalam M Khazali 2006). Jenis-jenis lain seperti *Rhizophora stylosa* tumbuh dengan baik pada substrat berpasir, bahkan pada pulau karang yang memiliki substrat berupa pecahan karang, kerang dan bagian-bagian dari *Halimeda* (Ding Hou, 1958 dalam M Khazali 2006. (Kint 1934 dalam M Khazali 2006)

melaporkan bahwa di Indonesia, *R. stylosa* dan *Sonneratia alba* tumbuh pada pantai yang berpasir, atau bahkan pada pantai berbatu.

Menurut Bengen (1999), salah satu zonasi hutan mangrove, yaitu :

- a. Daerah yang paling dekat dengan laut dengan substrat agak berpasir, sering ditumbuhi oleh *Avicennia* spp. Di zona ini biasa berasosiasi jenis *Sonneratia* spp. yang dominan tumbuh pada lumpur dalam yang kaya bahan organik.
- b. Lebih ke arah darat, hutan mangrove umumnya didominasi oleh *Rhizophora* spp. Di zona ini juga dijumpai *Bruguiera* spp. dan *Xylocarpus* spp.
- c. Zona berikutnya didominasi oleh *Bruguiera* spp.
- d. Zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah biasa ditumbuhi oleh *Nypa fruticans* dan beberapa spesies palem lainnya.



Gambar II.1 Salah Satu Tipe Zonasi Mangrove (Sumber: Bengen, 2004)

### II.3.2 Fungsi Mangrove

Secara umum, fungsi hutan mangrove antara lain (Bengen, 1999) :

- a. Sebagai peredam gelombang dan angin badai, pelindung dari abrasi, penahan intrusi air laut ke darat, penahan lumpur dan perangkap sedimen.
- b. Penghasil sejumlah besar detritus (hara) dari daun dan pohon mangrove.
- c. Daerah asuhan (nursery grounds), tempat mencari makan (feeding ground), dan daerah pemijahan (spawning grounds) berbagai jenis ikan, udang dan biota laut lainnya.
- d. Penghasil kayu konstruksi, kayu bakar, bahan baku arang dan kertas.
- e. Pemasok larva (nener) ikan, udang dan biota laut lainnya.
- f. Sebagai tempat pariwisata.

### II.3.3 Konservasi Mangrove

Sumber daya alam yang merupakan perwujudan keserasian ekosistem dan keserasian unsur-unsur pembentukan perlu dijaga dan dilestarikan sebagai upaya menjamin keseimbangan dalam rangka pembangunan manusia seutuhnya yang sejahtera secara berkesinambungan. Kebijakan ini dituangkan dalam strategi konservasi (Tarsoen, 2000) yaitu:

- a. Perlindungan terhadap sistem penyangga kehidupan dengan menjamin terpeliharanya proses ekologi bagi kelangsungan hidup biota dan ekosistemnya.
- b. Pengawetan keanekaragaman sumber daya plasma nutfah, yaitu menjamin terpeliharanya sumber genetik dan ekosistemnya bagi kepentingan umat manusia.
- c. Pelestarian pemanfaatan jenis dan ekosistemnya yaitu dengan mengatur dan mengendalikan cara-cara pemanfaatan sehingga mencapai manfaat yang optimal dan berkesinambungan.

Adapun beberapa tujuan konservasi mangrove (Tarsoen, 2000) adalah:

- a. Melestarikan contoh-contoh perwakilan habitat dengan tipe-tipe ekosistemnya.
- b. Melindungi jenis-jenis biota (dengan habitatnya) yang terancam punah.
- c. Mengelola daerah yang penting bagi pembiakan jenis-jenis biota yang bernilai ekonomi
- d. Memanfaatkan daerah tersebut untuk usaha rekreasi, pariwisata, pendidikan, dan penelitian.
- e. Sebagai tempat untuk melakukan pelatihan di bidang pengelolaan sumber daya alam.
- f. Sebagai tempat pembanding bagi kegiatan monitoring tentang akibat manusia terhadap lingkungannya.

Menurut (Tarsoen, 2000 dalam Rendi, 2015) bahwa ekosistem mangrove di Indonesia berdasarkan status peruntukannya dapat dikelompokkan menjadi: (a) kawasan konservasi dengan peruntukan sebagai cagar alam, (b) kawasan konservasi dengan peruntukan sebagai suaka margasatwa, (c) kawasan konservasi perlindungan alam, (d) kawasan konservasi jalur hijau penyangga, (e) kawasan hutan produksi mangrove dan (f) kawasan ekosistem wisata mangrove. Ekosistem mangrove sebagai cagar alam dan suaka margasatwa berfungsi terutama sebagai pelindung dan pelestari keanekaragaman hayati. Kriteria kawasan cagar alam adalah kawasan yang ditunjuk mempunyai keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa serta tipe ekosistemnya, mewakili formasi biota tertentu dan/atau

unit penyusunannya mempunyai kondisi alam, baik biota maupun fisiknya yang masih asli dan tidak atau belum diganggu oleh manusia, mempunyai luas dan bentuk tertentu agar menunjang pengelolaan yang efektif dengan daerah penyangga yang cukup luas, dan/atau mempunyai ciri khas dan dapat merupakan satu-satunya contoh disuatu daerah serta keberadaannya memerlukan konservasi. Kawasan suaka margasatwa adalah kawasan yang ditunjuk merupakan tempat hidup dan perkembangbiakan dari satu jenis satwa yang tinggi perlu dilakukan upaya konservasinya, memiliki keanekaragaman satwa yang tinggi merupakan tempat dan tempat dan kehidupan bagi satwa migran tertentu, dan/atau mempunyai luas yang cukup sebagai habitat jenis satwa yang bersangkutan. Ekosistem perlindungan alam berfungsi terutama sebagai pelindung hidrologi dan pelindung pantai serta habitat biota pantai. Jalur hijau ekosistem mangrove adalah ekosistem mangrove yang ditetapkan sebagai jalur hijau di daerah pantai dan di tepi sungai yang berfungsi mempertahankan tanah pantai dan kelangsungan biotanya. Oleh karena itu jalur hijau ekosistem laut mangrove dapat berfungsi sebagai ekosistem laut dan atau ekosistem suaka alam.

#### II.3.4 Degradasi Mangrove

##### 1. Mangrove terbuka

Mangrove berada pada bagian yang berhadapan dengan laut. (Samingan 1980 dalam M Khazali 2006) menemukan bahwa di Karang Agung, Sumatera Selatan, di zona ini didominasi oleh *Sonneratia alba* yang tumbuh pada areal yang betul-betul dipengaruhi oleh air laut. (Van Steenis 1958 dalam M Khazali 2006) melaporkan bahwa *S. alba* dan *A. alba* merupakan jenis-jenis ko-dominan pada areal pantai yang sangat tergenang ini. (Komiyama, dkk 1988 dalam M Khazali 2006) menemukan bahwa di Halmahera, Maluku, di zona ini didominasi oleh *S.alba*. Komposisi floristik dari komunitas di zona terbuka sangat bergantung pada substratnya. *Sonneratia alba* cenderung untuk mendominasi daerah berpasir, sementara *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* cenderung untuk mendominasi daerah yang lebih berlumpur (Van Steenis, 1958 dalam M Khazali 2006). Meskipun demikian, *Sonneratia* akan berasosiasi dengan *Avicennia* jika tanah lumpurnya kaya akan bahan organik (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1993 dalam M Khazali 2006 ).

##### 2. Mangrove tengah

Mangrove di zona ini terletak dibelakang mangrove zona terbuka. Di zona ini biasanya didominasi oleh jenis *Rhizophora*. Namun, (Samingan 1980 dalam M

Khazali 2006) menemukan di Karang Agung didominasi oleh *Bruguiera cylindrica*. Jenis-jenis penting lainnya yang ditemukan di Karang Agung adalah *B. eriopetala*, *B. gymnorrhiza*, *Excoecaria agallocha*, *R. mucronata*, *Xylocarpus granatum* dan *X. moluccensis*.

### 3. Mangrove payau

Mangrove berada di sepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar. Di zona ini biasanya didominasi oleh komunitas *Nypa* atau *Sonneratia*. Di Karang 11 Agung, komunitas *N. fruticans* terdapat pada jalur yang sempit di sepanjang sebagian besar sungai. Di jalur-jalur tersebut sering sekali ditemukan tegakan *N. fruticans* yang bersambung dengan vegetasi yang terdiri dari *Cerbera* sp, *Glutarenghas*, *Stenochlaena palustris* dan *Xylocarpus granatum*. Ke arah pantai, campuran komunitas *Sonneratia-Nypa* lebih sering ditemukan. Di sebagian besar daerah lainnya, seperti di Pulau Kaget dan Pulau Kembang di mulut Sungai Barito di Kalimantan Selatan atau di mulut Sungai Singkil di Aceh, *Sonneratia caseolaris* lebih dominan terutama di bagian estuari yang berair hampir tawar (Giesen, 1991 dalam M Khazali 2006).

### 4. Mangrove daratan

Mangrove berada di zona perairan payau atau hampir tawar di belakang jalur hijau mangrove yang sebenarnya. Jenis-jenis yang umum ditemukan pada zona ini termasuk *Ficus microcarpus* (*F. retusa*), *Intsia bijuga*, *N. fruticans*, *Lumnitzera racemosa*, *Pandanus* sp. dan *Xylocarpus moluccensis* (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1993). Zona ini memiliki kekayaan jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona lainnya.

Sedangkan menurut Kusmana (2005) terjadinya degradasi mangrove disebabkan oleh :

1. Konversi hutan mangrove menjadi bentuk penggunaan lahan lain seperti pemukiman, pertanian, industri, pertambangan dan lain-lain.
2. Kegiatan eksploitasi hutan yang tidak terkendali oleh perusahaan-perusahaan Hak Pengusahaan Hutan (HPH) serta penebangan liar dan bentuk perambahan hutan lainnya.
3. Polusi di perairan estuaria, pantai dan lokasi-lokasi perairan lainnya tempat tumbuhnya mangrove.

4. Terjadinya pembelokan aliran sungai maupun proses abrasi atau sedimentasi yang tidak terkendali.

### II.3.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan mangrove

#### a. Jenis Tanah

Berdasarkan hasil pengolahan didapat bahwa mangrove pada daerah aliran sungai dan muara sungai mempunyai tingkat kesehatan yang lebih baik daripada mangrove pada area pertambakan. Hal ini dapat dikarenakan kondisi tanah pada daerah aliran sungai dan muara sungai mengandung nutrisi organik yang dibawa oleh aliran sungai dari daratan. Mangrove pada daerah aliran sungai yang cukup rimbun yang menunjukkan tingkat kesehatannya cukup baik dan jenis tanah pada daerah aliran sungai yang merupakan tanah *alluvial hidromorf* yang mengandung banyak unsur organik. Pada area pertambakan, kondisi mangrove kurang baik hal ini dapat dikarenakan kurangnya nutrisi karena lebih terserap pada aktivitas pertambakan.

#### b. Derajat keasaman (pH) dan salinitas

Parameter pH dapat mempengaruhi kondisi mangrove. Pengambilan data pH dan Salinitas di area studi dilakukan pada tiga lokasi di daerah Kecamatan Muncar.

*Tabel II.3 Ph dan Salinitas*

Sampel	Air Laut		Tanah	
	pH	Salinitas	pH	Salinitas
1	8.35	35	6.5	14.1
2	8.35	36	6.4	12.2
3	8.2	28.7	6.5	8.2

*Sumber : Uji Laboratorium Badan Lingkungan Hidup Banyuwangi*

Nilai pH air laut di tiga sampel tertinggi mencapai 8,35. Hal ini dikarenakan pengambilan sampel dilakukan disekitar daerah tumbuh kembang mangrove yang baik. pH tanah tertinggi mencapai 6,5 yang pengambilan sampel dilakukan pada tepi mangrove. Nilai pH tanah dikawasan mangrove berbeda-beda, tergantung pada tingkat kerapatan vegetasi yang tumbuh dikawasan tersebut. Jika kerapatan rendah, tanah akan mempunyai nilai pH yang tinggi (Indica, 2010).

Selain pH, salinitas juga merupakan parameter penting yang mempengaruhi kondisi mangrove. Salinitas air laut tertinggi mencapai 36‰. Hal ini dapat di katakan bahwa kisaran salinitas tanah pada mangrove < 36‰. Salinitas tanah berkisar antara 8,2-14,1‰ dan nilai salinitas ini merupakan kisaran optimal untuk pertumbuhan



mangrove, karena mangrove dapat tumbuh baik dengan struktur vegetasi tertentu pada salinitas 5-35‰ (Bengen, 2004)

## **II.4 Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh didefinisikan sebagai ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala dengan jalan menggunakan data yang diperoleh dengan menggunakan suatu alat tanpa kontak secara langsung terhadap objek daerah atau gejala yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990). Sedangkan menurut (Jars, 1993) penginderaan jauh didefinisikan sebagai suatu ilmu dan teknologi yang berhubungan dengan objek yang diukur, diidentifikasi atau dianalisis karakteristiknya tanpa kontak langsung dengan objek yang dikaji.

## **II.5 Aplikasi Penginderaan Jauh Mangrove**

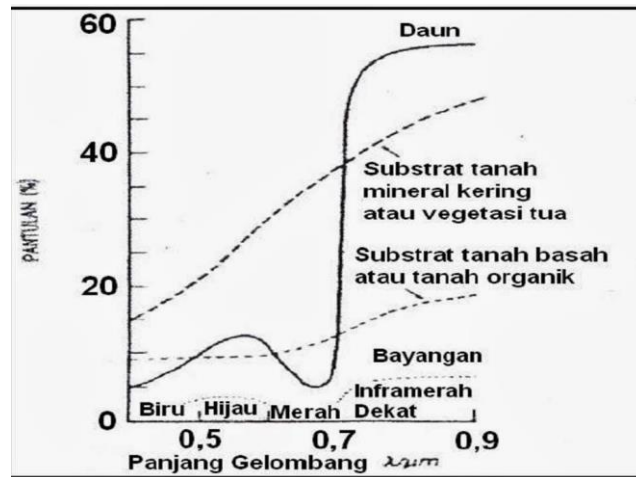
Menurut (Lo, 1996 dalam Bambang, 2012) aplikasi baru dari penginderaan jauh multispektral telah menitikberatkan pada estimasi jumlah dan distribusi vegetasi. Estimasi didasarkan pada pantulan dan kanopi vegetasi. Intensitas pantulan tergantung pada panjang gelombang yang digunakan tiga komponen vegetasi, yaitu daun, substrat dan bayangan.

Aplikasi penginderaan jauh multispektral mangrove meliputi perkiraan jumlah, kerapatan, dan distribusi vegetasi. Perkiraan ini didasarkan pada reflektansi kanopi vegetasi. Nilai reflektansi dari suatu objek akan berbeda dengan nilai reflektansi objek lain. Objek vegetasi pada panjang gelombang infra merah dekat memiliki nilai reflektansi tinggi, sedangkan pada panjang gelombang merah, objek vegetasi memiliki nilai reflektansi rendah. Kombinasi dari kedua kanal ini akan menghasilkan data yang memiliki nilai sensitif terhadap kehijauan vegetasi (Lillesand dan Kiefer, 1990). Selain itu, penginderaan jauh untuk vegetasi mangrove dapat dilakukan dengan dasar bahwa mangrove hanya tumbuh di daerah pesisir.

Menurut (Butler et al. 1988), terdapat empat komponen fisik yang terlibat dalam sistem penginderaan jauh. Keempat komponen fisik tersebut, yaitu :

- a. Matahari sebagai sumber energi yang berupa radiasi elektromagnetik.
- b. Atmosfer sebagai media perantara dari energi elektromagnetik.
- c. Objek yang akan diteliti.
- d. Sensor yang mendeteksi radiasi elektromagnetik dari suatu objek dan merubahnya menjadi bentuk signal yang selanjutnya dapat diproses dan direkam.

Daun memantulkan lemah pada panjang gelombang inframerah dekat. Daun memiliki karakteristik warna hijau, dimana klorofil mengabsorbsi spektrum radiasi merah dan biru serta memantulkan spektrum radiasi hijau.



Gambar II.2 Sifat pantulan komponen vegetasi (Lillesand dan Kiefer,1990)

### II.5.1 Penggunaan Indeks Vegetasi Untuk Kerapatan Mangrove

Menurut (Carolita, 1995 dalam Bambang, 2012) Indeks vegetasi adalah suatu formulasi pengolahan penginderaan jauh secara digital yang dapat diarahkan secara khusus untuk mengkaji informasi tematik dari lahan bervegetasi. Indeks vegetasi ini adalah suatu metode pendekatan yang bersifat matematis, dengan pendekatan tersebut hasil yang didapatkan mencerminkan keadaan vegetasi pada saat tertentu.

Menurut (Dirgahayu, 1992) hasil penelitiannya memperlihatkan adanya hubungan antara kerapatan tegakan dengan indeks vegetasi yang diperoleh dari data penginderaan jauh satelit Landsat-TM dan SPOT. Penelitian tersebut diterapkan untuk menduga potensi hutan (volume tegakan dan potensi hutan) pada hutan primer dan sekunder di Jawa Tengah dan Jawa Barat.

Menurut (Fanani, 1992) menyatakan bahwa dengan memahami perbedaan intensitas radiasi tenaga elektromagnetik yang dipantulkan dan dipancarkan maka akan dapat diidentifikasi jenis pohon atau tegakan hutan, umur, kesehatan, kerapatan, dan tekanan kelembaban dari suatu kelompok hutan. NDVI merupakan algoritma indeks vegetasi yang paling sering digunakan. Prinsip dari formula ini adalah radiasi dari visible red diserap oleh chlorophyll hijau daun sehingga akan direfleksikan rendah, sedangkan radiasi dari sinar near infrared akan kuat direfleksikan oleh struktur daun spongy mesophyll. Indeks ini mempunyai kisaran nilai dari -1,0 sampai 1,0 (Arhatin, 2007). Awan, air dan objek non

vegetasi mempunyai nilai NDVI kurang dari nol. Jika nilai indeks lebih tinggi berarti penutupan vegetasi tersebut lebih sehat (Lillesand dan Kiefer, 1990). Pada Sentinel-2 untuk menentukan nilai NDVI digunakan band 8 sebagai NIR dan band 4 sebagai RED (<https://sentinel.esa.int>).

Formula NDVI adalah :

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \dots\dots\dots II.1$$

Keterangan :

NDVI : Nilai Normalized Diference Vegetation Index

NIR : Nilai Reflektan pada Band 8

RED : Nilai Reflektan pada Band 4

Dengan pendekatan rasio antara kelas mangrove lebat dengan mangrove jarang berarti makin tinggi nilai rasio tersebut (nilai max = 1), maka makin baik kualitas mangrove setempat (Dewanti, 1999).

Tanggapan spektral vegetasi dipengaruhi juga oleh sumber sumber variasi spektral lainnya, seperti jenis tanah dan aspek lereng. Pengaruh sumber-sumber variasi spektral di luar objek kajian dapat dikurangi melalui transformasi saluran spektral. Transformasi saluran spektral merupakan teknik manipulasi citra yang dapat menampilkan fenomena tertentu pada citra secara lebih ekspresif. Pada transformasi ini, informasi spektral berupa nilai pixel pada beberapa saluran digabung menjadi suatu saluran baru.

Indeks vegetasi pada pengolahan data dilakukan dengan menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Indeks* (NDVI). Selain untuk mengetahui kerapatan dan kehijauan vegetasi, NDVI juga bisa digunakan untuk mengetahui tingkat kesehatan tanaman yang membagi kelas NDVI menjadi lima kelas yaitu, Sangat Baik, Baik, Normal, Buruk, dan Sangat Buruk.

*Tabel II.4 Hubungan Nilai NDVI dengan Kesehatan dan Kepadatan Tanaman.*

Kesehatan Tanaman & Kepadatan Tanaman	Nilai NDVI
Sangat Baik	0,72 - 0,92
Baik	0,42 - 0,72
Normal	0,22 - 0,42
Buruk	0,12 - 0,22
Sangat Buruk	-0,1 - 0,12

(Sumber : <http://endeleo.vgt.vito.be/dataproducts.html>)

Variasi nilai indeks vegetasi mencerminkan kondisi jenis vegetasi dan karakteristik lainnya dari vegetasi yang diwakili. Setiap jenis objek tertentu akan memberikan nilai indeks vegetasi sesuai dengan karakteristiknya. Berdasarkan hal tersebut, karakteristik suatu objek dapat diketahui melalui analisis nilai-nilai indeks vegetasi (Harsanugraha, 1996)

Menurut (Bengen 2000) yaitu jumlah tegakan jenis  $i$  dalam suatu unit area, dapat dihitung dengan formula

$$D_i = \frac{n(i)}{A} \text{ (idn/m}^2\text{)} \dots\dots\dots \text{II.2}$$

Dimana :

$D_i$  = Kerapatan Jenis  $i$

$n(i)$  = Jumlah total tegakan dari jenis  $i$

$A$  = Luas total area pengambilan sampel (kelas)

## II.6 Interpretasi Citra

Menurut Estes dan Simonett, 1994 interpretasi citra adalah perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Ada tiga rangkaian kegiatan yang diperlukan dalam pengenalan objek yang tergambar pada citra, yaitu :

1. Deteksi merupakan pengamatan adanya suatu objek, misalkan pada gambaran sungai terdapat objek yang bukan air
2. Identifikasi merupakan upaya mencirikan objek yang telah dideteksi dengan menggunakan keterangan yang cukup. Misalkan berdasarkan ukuran, bentuk dan letaknya objek yang tampak pada sungai tersebut disimpulkan sebagai mobil
3. Analisis merupakan pengumpulan keterangan lebih lanjut. Misalkan dengan mengamati jumlah penumpangnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa mobil tersebut berisi delapan orang.

Pengenalan objek merupakan bagian paling vital dalam iterprespretasi citra. Foto udara sebagai citra tertua didalam penginderaan jauh memiliki unsur interpretasi yang paling lenngkap dibandingkan unsur interpretasi pada citra lainnya (Sutanto, 1994)

Interpretasi citra terdiri dari :

1. Rona dan Warna

Rona merupakan tingkat kegelapan atau tingkat kecerahan objek pada citra, sedangkan warna ialah wujud yang tampak oleh matadengan menggunakan spektrum sempit, lebih sempit dari spektrum tampak.

2. Bentuk

Merupakan variabel kualitatif yang memberikan konfigurasi atau kerangka suatu objek. Kita bisa mengenali adanya stadion pada suatu foto udara dari adanya bentuk persegi panjang. Demikian pula kita bisa mengenali gunung api dari bentuknya yang cembung.

3. Ukuran

Atribut objek antara lain berupa jarak, luas, tinggi, lereng, dan volume. Ukuran meliputi dimensi panjang, luas, tinggi, kemiringan, dan volume suatu objek.

4. Tekstur

Frekuensi perubahan rona pada citra atau pengulangan rona kelompok objek yang terlalu kecil untuk dibedakan secara individual.

5. Pola

Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan bagi beberapa objek alamiah.

6. Bayangan

Bayangan sering menjadi kunci pengenalan yang penting bagi banyak objek dengan karakteristik tertentu, seperti cerobong asap, minara, tangki minyak.

7. Situs

Menurut Susanto, adalah letak suatu objek terhadap objek lain di sekitarnya. Situs juga diartikan sebagai letak objek terhadap bentang darat, seperti situs suatu objek di rawa, di puncak bukit yang tinggi, dan sebagainya. Itulah sebabnya, site dapat untuk melakukan penarikan kesimpulan (deduksi) terhadap spesies dari vegetasi di sekitarnya. Banyak tumbuhan yang secara karakteristik terikat dengan site tertentu tersebut. Misalnya hutan mangrove ditandai dengan rona yang gelap, atau lokasinya yang berada di pantai.

8. Asosiasi

Keterkaitan antara objek yang satu dengan objek lain. Karena adanya keterkaitan ini maka terlihatnya suatu objek pada citra sering merupakan petunjuk bagi adanya objek lain.

Interpretasi citra merupakan serangkaian kegiatan identifikasi, pengukuran penterjemah data-data pada sebuah atau serangkaian data penginderaan jauh untuk memperoleh informasi yang bermakna. Sebuah data penginderaan jauh dapat diturunkan banyak informasi dari serangkaian proses interpretasi citra ini.

Dalam proses interpretasi, objek diidentifikasi berdasarkan pada karakteristiknya sebagai berikut:

1. Target dapat berupa titik, garis, ataupun area
2. Target harus dapat dibedakan dengan objek lainnya.

## **II.7 Koreksi Citra**

Proses awal data citra atau pemulihan citra yang dilaksanakan untuk mengurangi kesalahan-kesalahan akibat dari citra itu sendiri, yang dirancang relatif sederhana, sementara kondisi sebenarnya sangat kompleks. Citra dibilang kompleks akibat dari resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi temporal, resolusi radiometrik dan lain-lain. Tahap awal dari proses data citra yaitu perbaikan citra. Maksud dari perbaikan citra adalah:

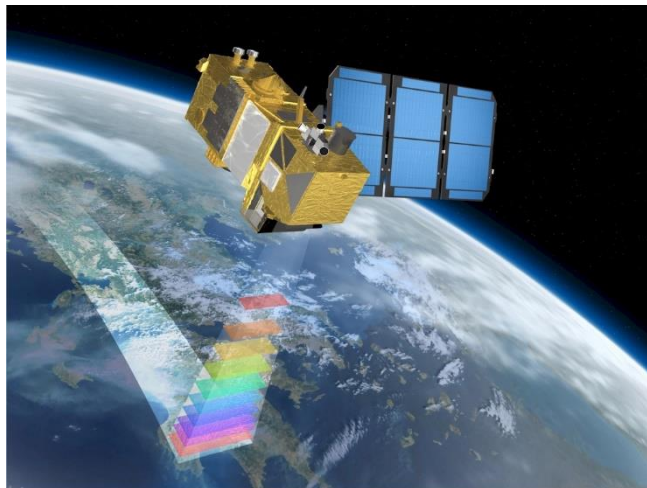
1. Mengembalikan citra sesuai dengan keadaan sebenarnya terhadap distorsi, degradasi, dan noise (gangguan)
2. Memperkecil masalah kenampakan
3. Menyesuaikan kenampakan dengan tujuan penggunaan citra.

### **II.7.1 Koreksi Geometrik**

Koreksi geometrik merupakan proses memposisikan citra sehingga cocok dengan koordinat peta dunia yang sesungguhnya. Posisi geografis citra pada saat pengambilan data dapat menimbulkan distorsi karena perubahan posisi dan juga ketinggian sensor. Dalam akuisisi citra satelit, distorsi ini akan bertambah seiring dengan perbedaan waktu pembuatan peta dan akuisisi citra serta kualitas dari peta dasar yang kurang baik. Akibat dari kesalahan geometrik ini, maka posisi piksel dari citra satelit tersebut tidak sesuai dengan posisi yang sebenarnya. Untuk memperbaiki kesalahan geometrik yang terjadi, Mather (2004) mengelompokkan koreksi geometrik menjadi dua kategori, yakni : model geometri orbital dan transformasi berdasarkan titik kontrol di lapangan (ground control point, GCP).

## II.8 Sentinel-2

Sentinel-2 adalah salah satu satelit penginderaan jauh dengan sensor pasif buatan Eropa multispektal yang mempunyai 13 band, 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band bereolusi spasial 60 m dengan area sapuan 290 km. Resolusi spasial yang terbilang tinggi ,cakupan spektrum yang luas merupakan langkah maju yang besar dibandingkan dengan multispektral lainnya. Tujuan dari Sentinel-2 untuk menyajikan data untuk kepentingan monitoring lahan, dan merupakan data dasar untuk penggunaan pada beragam aplikasi, mulai dari pertanian sampai perhutanan, dari monitoring lingkungan sampai dengan perencanaan perkotaan, deteksi perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, pemetaan risiko bencana serta beragam aplikasi lainnya.



Gambar II.3 Sentiel-2 Observasi (<https://earth.esa.int>)

*Tabel II.5 Karakteristik Citra Sentinel-2*

Sentinel-2 Band	Centra Wavelength	Resolution
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.49	10
Band 3 - Green	0.56	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.74	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.61	20
Band 12 - SWIR	2.19	20

(Sumber : <https://earth.esa.int> )

## II.9 Komposite Band RGB

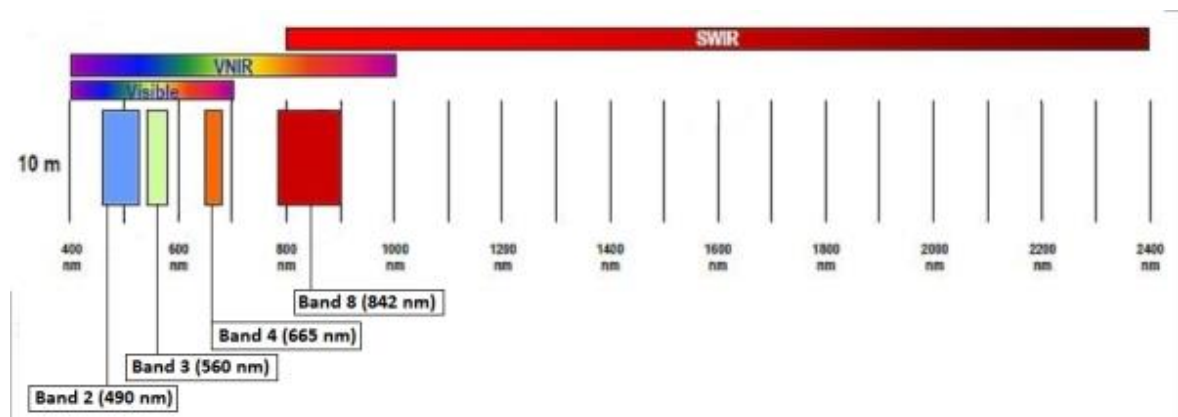
Citra Sentinel-2 merupakan produk yang mempunyai kelebihan dalam bit radiometrik sehingga mempunyai kualitas gambar yang jauh lebih baik daripada Landsat 8 pada umumnya. Spesifikasi ini sangat membantu dalam *land monitoring* yang mempunyai spasial 10m. Resolusi yang akurat tentang band dan juga panjang gelombang sangat penting sebagai kesalahan dari 1 nm dapat menginduksi kesalahan pada pantulan.

Sentinel-2 pada tingkat-1 produk dasar harus geometris dan terdaftar kalibrasi radiometrik. Hal ini merupakan produk dari sentinel-2 yaitu: Level-0 dan Level-1a masing-masing produk menyediakan data terkompresi mentah. Data tingkat-1b yang telah radiometrik dikoreksi menjadi radiances. Produk Level-1c menyediakan geocoded top-of-atmosfer TOA reflectance dengan sub-pixel pendaftaran multispektral dan multi-date. Awan dan tanah / air berhubungan dengan hasil dari citra. Resolusi dari Level-1c adalah 10 m, 20 m atau 60 m, tergantung pada band (ESA, 2015).

Sentinel-2 akan menawarkan tambahan pilihan pengolahan data, melalui toolbox software yang tersedia untuk pengguna, agar bisa ditingkatkan awan bawah-of-atmosfer (BOA) reflektansi (Level-2a) dan dari atas- yang dari atmosfer reflektansi (level-1c). The Sentinel-2 koreksi atmosfer sedang dikembangkan berdasarkan algoritma yang diusulkan dalam Koreksi Atmospheric / Topografi untuk Citra Satelit (ATCOR; Richter dan Schlaepfer, 2011). Metode ini melakukan koreksi atmosfer berdasarkan libRadtran Model transfer radiasi (Mayer dan Kylling, 2005).

Resolusi spasial SENTINEL - 2 tergantung pada band spektral:

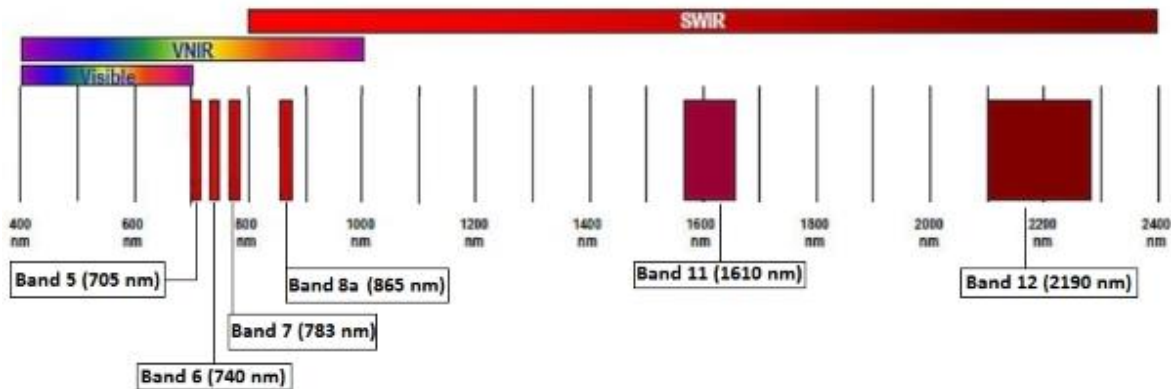
- a. Resolusi Spasial 10 m



Gambar II.4 Resolusi spasil band: B2 (490 nm), B3 (560 nm), B4 (665 nm) and B8 (842 nm) (<https://earth.esa.int>)

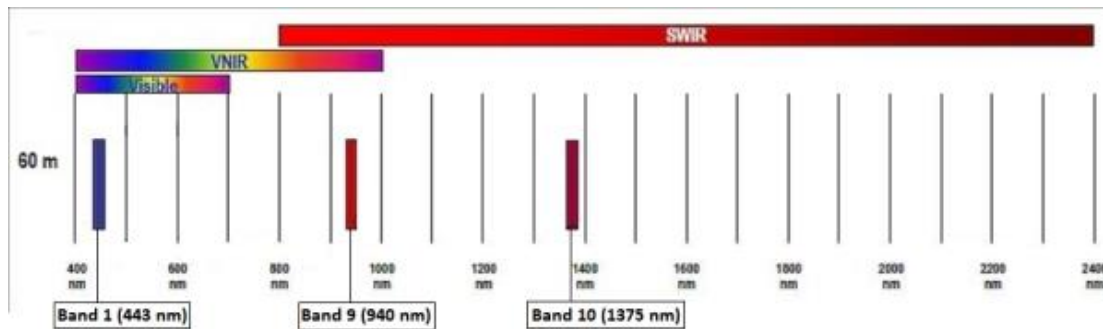


b. Resolusi spasial 20 m



Gambar II.5 Resolusi spasial band : B5 (705 nm), B6 (740 nm), B7 (783 nm), B8a (865 nm), B11 (1610 nm) and B12 (2190 nm) (<https://earth.esa.int>)

c. Resolusi spasial 60 m



Gambar II.6 Resolusi spasial band : B1 (443 nm), B9 (940 nm) and B10 (1375 nm) (<https://earth.esa.int>)

## II.10 Klasifikasi *Supervised*

Klasifikasi terbimbing meliputi sekumpulan algoritma yang didasari pemasukan contoh objek (berupa nilai spektral) oleh operator. Contoh ini disebut contoh *training area*. Sebelum sampel diambil, operator analisis atau pengguna harus mempersiapkan sistem klasifikasi yang akan diterapkan seperti halnya klasifikasi manual. Dua hal penting yang harus dipertimbangkan dalam klasifikasi dan kriteria sampel. Disamping itu algoritma klasifikasi juga sangat menentukan. Pengambilan sampel secara digital oleh analisis pada dasarnya merupakan cara melatih komputer untuk mengenali objek berdasarkan kecenderungan spektralnya (Danoedoro, 2012).

## II.11 Metode Uji Akurasi Klasifikasi Menggunakan Matriks Konfusi

Matriks konfusi merupakan matriks yang dapat menunjukkan tingkat ketepatan atau akurasi dari citra yang sudah diklasifikasi dengan data referensi yang dimiliki. Keakuratan tersebut meliputi jumlah *training* piksel yang diklasifikasikan dengan benar atau salah dan persentase banyaknya piksel dalam masing-masing kelas serta persentase kesalahan total.

Penilaian akurasi menggunakan suatu matriks kontingensi yaitu suatu matriks bujur sangkar yang memuat jumlah piksel yang terklasifikasi. Matriks ini sering disebut “*error matrix*” atau “*confussion matrix*”. Dalam matriks kontingensi ini analisis dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*producer accuration*) dan akurasi pengguna (*user accuration*) dari setiap kelas tutupan lahan.

Akurasi pembuat adalah akurasi yang diperoleh dengan membagi piksel yang benar dengan jumlah total piksel daerah contoh per kelas. Pada akurasi ini akan terjadi kesalahan omisi, oleh karena itu akurasi pembuat ini dikenal juga dengan istilah “*ommision error*”. Sebaliknya, jika jumlah piksel yang benar dengan total piksel dalam kolom akan menghasilkan akurasi pengguna, yang dikenal dengan “*commision error*”.

Akurasi merupakan perhitungan yang dijadikan syarat sebelum klasifikasi digunakan. Apabila akurasi data telah sesuai dengan keinginan maka citra hasil terklasifikasi dapat dikatakan lulus uji akurasi. Pembuatan *training area* dapat dilakukan lagi apabila akurasi belum memenuhi untuk klasifikasi terbimbing. Perhitungan matriks konfusi dilakukan setelah proses klasifikasi terbimbing dengan menggunakan *region training area* sebagai data referensi.

Proses confusion matrix tersebut menghasilkan data overall accuracy yang dikatakan lulus uji akurasi yaitu > 80% (Short, 1982 dalam Rendi, 2015). Apabila hasilnya < 80% uji akurasi harus diulang dengan membuat *training area* lagi untuk klasifikasi terbimbing. Tingkat akurasi pemetaan ditentukan dengan menggunakan uji ketelitian klasifikasi megacu pada (Short, 1982 dalam Rendi, 2015) dengan formula:

$$MA = \frac{X_{cr} \text{ Piksel}}{X_{cr} \text{ Piksel} + X_o \text{ Piksel} + X_{co} \text{ Piksel}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{II.3}$$

Keterangan :

MA : Ketelitian Pemetaan (*Mapping Accuracy*)

X<sub>cr</sub> : Jumlah kelas X yang terkoreksi

X<sub>o</sub> : Jumlah kelas X yang Masuk ke Kelas Lain (Omisi)

X<sub>co</sub> : Jumlah kelas X tambahan dari Kelas Lain (Komisi)

Akurasi pembuat adalah yang diperoleh dengan membagi piksel yang benar dengan jumlah total piksel daerah contoh per kelas. Pada akurasi ini akan terjadi kesalahan omisi, oleh karena itu akurasi pembuat ini dikenal juga dengan istilah “*ommision error*”, sebaliknya jika jumlah piksel yang benar dengan total piksel dalam kolom akan menghasilkan akurasi pengguna yang dikenal dengan “*commision error*”. Saat ini akurasi yang dianjurkan untuk

digunakan adalah akurasi Kappa. Akurasi Kappa dalam perhitungannya menggunakan seluruh elemen dalam matriks kesalahan (Lillesand dan Kiefer, 2000)

*Tabel II.6 Bentuk matriks kesalahan*

Kelas Referensi	Dikelaskan ke Kelas ( Data Klasifikasi di Peta)			Jumlah Piksel	Akurasi Pembuat
	A	B	C		
A	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{1+}$	$X_{11}/X_{1+}$
B	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{2+}$	$X_{22}/X_{2+}$
C	$X_{31}$	$X_{23}$	$X_{33}$	$X_{3+}$	$X_{33}/X_{3+}$
Total Piksel	$X_{+1}$	$X_{+2}$	$X_{+3}$	N	
Akurasi Pengguna	$X_{11}/X_{1+}$	$X_{22}/X_{2+}$	$X_{33}/X_{3+}$		

Beberapa persamaan fungsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{User's Accuracy} : \frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{II.4}$$

$$\text{Producer's Accuracy} : \frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{II.5}$$

$$\text{Overall Accuracy} : ((\sum_{i=1}^r X_{ii} / N) \times 100\% \dots\dots\dots \text{II.6}$$

$$\text{Kappa Accuracy} : [(N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{1+}X_{+1}) / N^2 - \sum_{i=1}^r X_{1+}X_{+1}] \times 100\% \dots\dots\dots \text{II.7}$$

Keterangan

N : Banyaknya piksel dalam contoh

$X_{1+}$  : Jumlah piksel dalam baris ke-i

$X_{+1}$  : Jumlah piksel dalam kolom ke-i

$X_{ii}$  : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

## II.12 Penentuan Sampel

Metode penentuan sampel yang digunakan adalah stratified random dan proporsional sampling. Metode ini merupakan suatu teknik sampling dimana populasi dipisahkan ke dalam kelompok-kelompok yang tidak tumpang tindih (overlapping) yang disebut sebagai sub populasi (strata), kemudian dari setiap strata tersebut diambil sampel secara acak (random sampling) sesuai tujuan penelitian. Jumlah sampel yang harus diambil proporsional terhadap luasan mangrove yang ada (Pedoman teknis data geospasial mangrove).

Secara umum, jumlah minimum sampel untuk skala pemetaan 1:50.000 adalah 30 sampel.

*Tabel II.7 Jumlah titik sampel berdasarkan skala peta*

Skala	Total Sampel Minimal (TSM)
1:25.000	50
1:50.000	30
1:250.000	20

(Sumber: Pedoman teknis data geospasial mangrove)

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel minimal dalam total luas mangrove (ha) adalah sebagai berikut:

$$A = \text{TSM} + \frac{\text{Luas (Ha)}}{1500} \dots\dots\dots \text{II.8}$$

Keterangan :

A : Jumlah sampel minimal

TSM : Total Sampel Minimal

## II.13 Teori Statistik

Dalam analisis statistik, terdapat istilah “teknik sampling”, yaitu teknik pengambilan sampel untuk menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian antara lain. Pada penelitian kali ini akan digunakan teknik *propability sampling* atau teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel.

Berikut adalah syarat keterwakilan sampel:

1. Diambil secara acak
2. Proses pengambilan sedemikian sehingga setiap anggota punya peluang sama.
3. Jumlah mencukupi
4. Jika populasi berumpun, setiap rumpun punya peluang sama untuk dipilih
5. Proportional atau seimbang

### II.13.1 Uji distribusi normal

Sebelum dilakukan uji statistik lanjut, data harus diketahui apakah terdistribusi normal atau tidak. Dalam penelitian ini, akan digunakan metode One Sample Kolmogorov Smirnov pada software SPSS. Uji ini pada prinsipnya adalah perbandingan antara frekuensi kumulatif ekperimental dengan distribusi teoritis yang diasumsikan, jika perbedaan

keduanya cukup besar, maka model distribusi teoritis ditolak. Langkah dari metode ini (Pratisto, 2009) sebagai berikut:

1. Menghitung nilai rata-rata populasi

$$x \text{ rata} - \text{rata} = \frac{\sum xi}{n} \dots\dots\dots \text{II.9}$$

2. Menghitung standart deviasi populasi.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - x \text{ rata} - \text{rata})^2}{n}} \dots\dots\dots \text{II.10}$$

3. Menghitung Z-Score.

$$Z \text{ score} = \frac{xi - x \text{ rata} - \text{rata}}{\sigma} \dots\dots\dots \text{II.11}$$

4. Menghitung Z-Score Komulatif.

$$Ft = Z \text{ score } xi + Z \text{ Score } xi + 1 \dots\dots\dots \text{II.12}$$

5. Menghitung desimal jumlah jenis x.

$$Fs = \frac{\text{Jumlah } xi \text{ yang sama}}{\text{jumlah populasi}} \dots\dots\dots \text{II.13}$$

6. Menghitung selisih absolut

$$D = |Ft - Fs| \dots\dots\dots \text{II.14}$$

Keterangan :

- |             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| Xi          | : Nilai sampel                 |
| N           | : Jumlah sampel                |
| X rata-rata | : Rata-rata nilai sampel       |
| Z score     | : Nilai Z                      |
| Ft          | : Nilai Z komulatif            |
| Fs          | : Nilai desimal jumlah jenis x |
| D           | : Selisih absolut ft dan fs    |

### II.13.2 Uji korelasi

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui besar hubungan antara variabel satu dengan yang lain. Penelitian kali ini menggunakan perangkat lunak SPSS untuk menganalisis korelasi.

Tabel II.8 Tingkat korelasi menurut Jonatan Sarwono (Setabasri, 2014)

No	Persentase Korelasi	Jenis Korelasi
1	0	Tidak ada
2	0-0,25	Sangat lemah
3	0,25-0,50	Cukup
4	0,50-0,75	Kuat
5	0,75-0,99	Sangat kuat
6	1	Sempurna

### II.13.3 Uji signifikansi

Uji ini menggunakan metode paired sampel t-test (untuk data terdistribusi normal) dan wilconoc (untuk data yang tidak terdistribusi normal. Perbedaan dianggap signifikan apabila nilai koefisien signifikan perbedaannya kurang dari nilai  $\alpha$  (signifikan) yang ditentukan perbedaannya. Misalkan ditentukan nilai apabila signifikan  $< 0,05$ , maka yang kurang dari 0,05 memiliki perbedaan yang signifikan.

#### a. Uji t

salah satu uji statistik yang digunakan untuk menganalisis perbedaan dua variabel adalah uji t. Menurut (Prahisto 2009) uji t digunakan pada data yang terdistribusi normal dan data obyek yang sama namun mendapatkan perlakuan berbeda. Jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$  pada nilai  $\alpha$  (signifikan tertentu), maka terdapat perbedaan yang signifikan. Tahap – tahap uji t antara lain ditunjukkan oleh rumus berikut:

1. Mencari standar deviasi kedua variabel

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - x_{rata-rata})^2}{n-1}} \dots\dots\dots \text{II.15}$$

2. Mencari harga S

$$n = \sqrt{\frac{(n1-n)\sigma1 + (n2-1)\sigma2}{(n1+n2-2)}} \dots\dots\dots \text{II.16}$$

3. Mencari harga t hitung

$$t = \frac{x_1 - x_2}{s \sqrt{(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}} \dots\dots\dots \text{II.17}$$

4. Menentukan nilai Df untuk mengetahui nilai t tabel

$$Df = \text{Jumlah sampel per variabel} - 2 \dots\dots\dots \text{II.18}$$

Keterangan :

- $\sigma$  : Standar deviasi.
- $\sigma_1$  : Standar deviasi pada variabel 1.
- $\sigma_2$  : Standar deviasi pada variabel 2.
- S : Akar standar deviasi.
- t : Koefisien t.
- Df : Jumlah sampel setiap variabel dikurangi 2.
- $x_i$  : Sampel.
- x rata-rata : Rata - rata nilai sampel.
- n : Banyak sampel.
- $n_1$  : Banyaknya sampel pada variabel 1.
- $n_2$  : Banyaknya sampel pada variabel 2.

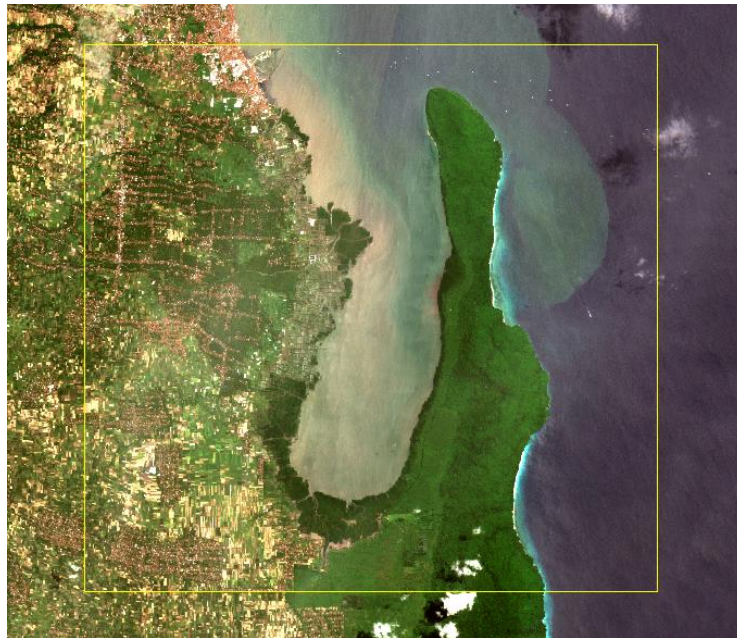
## **Bab III Metodologi Penelitian**

### **III.1 Tahap Persiapan**

Tahap persiapan dimaksudkan untuk memahami dasar-dasar teori yang akan digunakan pada penelitian yang akan dilaksanakan. Tahap persiapan juga dimaksudkan agar diperoleh gambaran dalam pelaksanaan penelitian. Pada tahapan ini penulis belajar dari berbagai sumber berupa buku, jurnal ataupun sumber-sumber dari internet. Selain mempelajari dasar-dasar teori penulis juga mempelajari proses pengolahan data agar penelitian bisa dilakukan secara efektif.

### **III.2 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian tugas akhir ini termasuk di daerah kesesuaian lahan untuk konservasi mangrove yang secara administratif terletak di pesisir pantai selatan Kabupaten Banyuwangi. Secara geografis daerah penelitian ini terletak pada kecamatan Muncar dan kecamatan Tegaldlimo di sekitar koordinat 8°27'052'' - 8°32'098'' LS dan 114°20'9,88'' - 114°21'7,47'' BT.



Gambar III.1 Lokasi penelitian

### **III.3 Data Penelitian**

Pada tahap ini penulis mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk penelitian. Data yang diperlukan adalah data Citra Sentinel-2, batas administrasi, dan data tata guna lahan. Penelitian yang dilaksanakan membutuhkan alat yang membantu proses pengerjaan



penelitian yang memadai dan bahan penelitian berupa data-data penunjang. Berikut adalah kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian.

### III.3.1 Bahan dan Data Penelitian

#### 1. Bahan penelitian

Bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini terbagi menjadi tiga komponen :

##### a. *Hardware* :

Lenovo G40 dengan *processor AMD A8-6410 APU with AMD Radeon R5 Graphics CPU @2.00 GHz, RAM 4,00 GB, OS Windows 10.*

##### b. Alat survei:

GPS Handheld

##### c. *Software* :

1. ENVI 5.3
2. Arc GIS 10.2
3. Er Mapper 7.0
4. QGIS 2.8.8
5. Microsoft Word 2010
6. Microsoft Excel 2010
7. Microsoft Visio 2010
8. SPSS 12

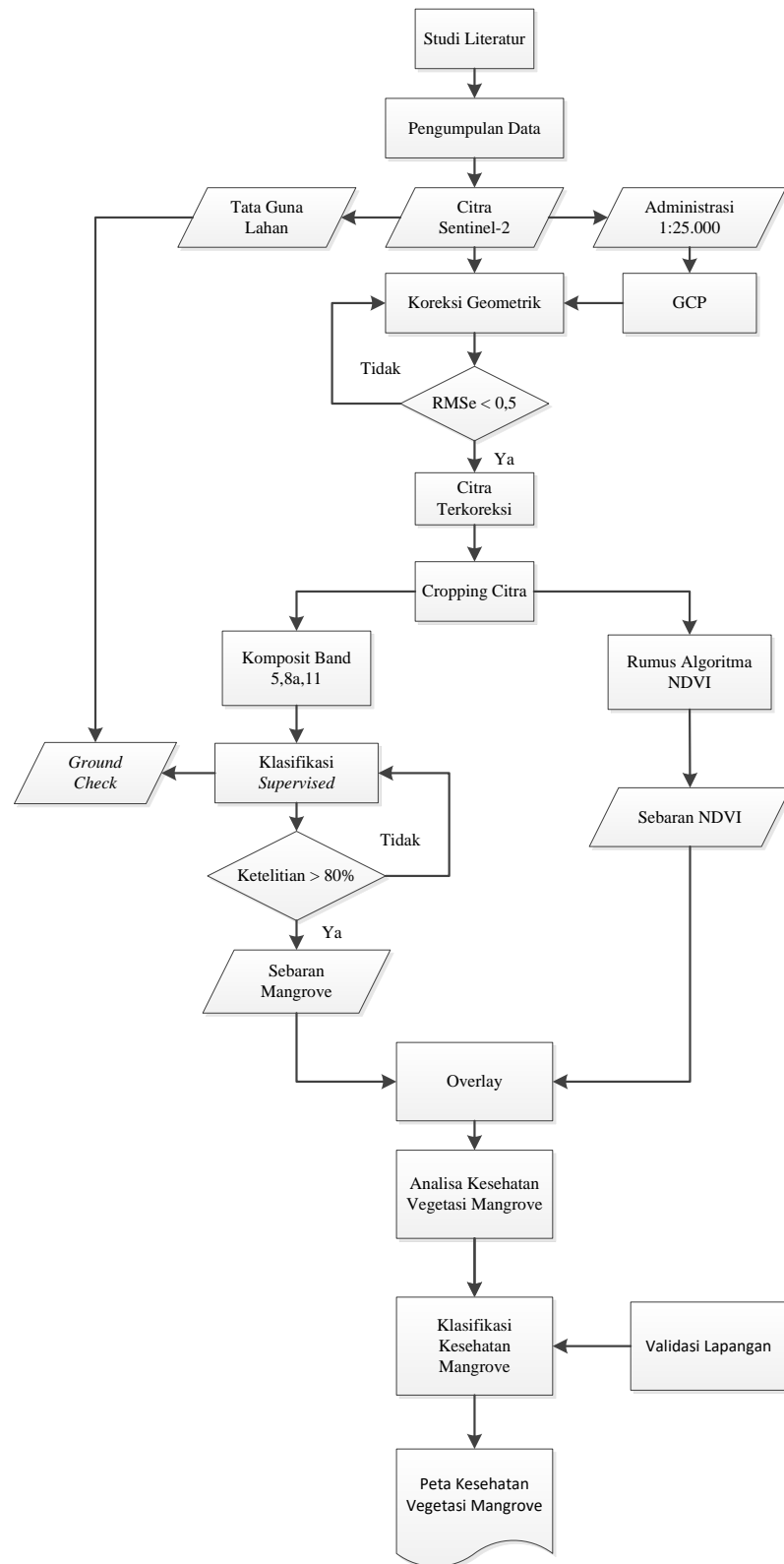
#### 2. Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

*Tabel III.1 Perolehan data*

No.	Data	Sumber Data
1.	Citra Sentinel-2 perekaman bulan april 2016	Hasil unduh <a href="https://scihub.copernicus.eu/">https://scihub.copernicus.eu/</a> melalui QGIS
2.	Peta batas administrasi kabupaten Banyuwangi skala 1:25.000	BAPPEDA Banyuwangi
3.	Peta tata guna lahan kabupaten Banyuwangi	BAPPEDA Banyuwangi

### III.4 Metode Penelitian

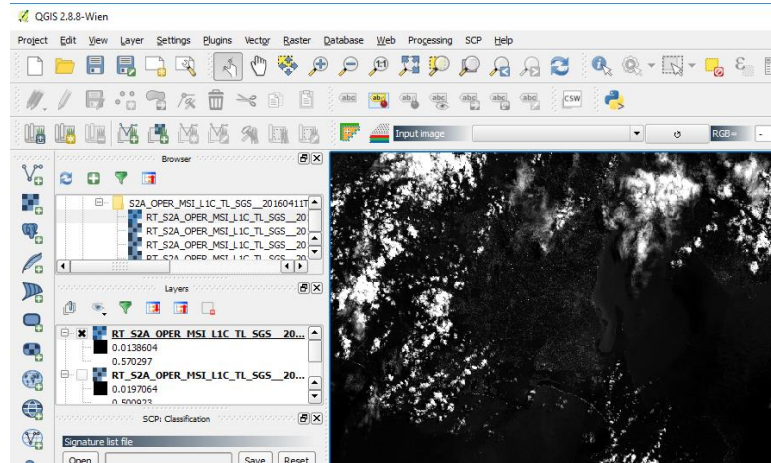
Tahapan pelaksanaan penelitian ini disajikan dalam diagram alir penelitian seperti pada gambar III.2



Gambar III.2 Diagram alir penelitian

### III.4.1 Pengolahan Data Sentinel-2

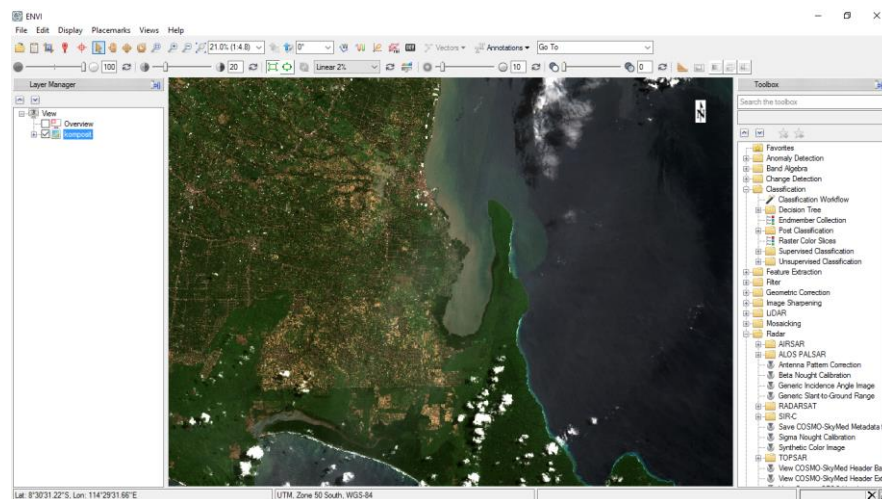
Pada tahap ini, data Sentinel-2 download <https://scihub.copernicus.eu/> melalui QGIS agar langsung terkoreksi atmosferik dan bernilai reflektan. Gambar III.3 merupakan hasil *download* nilai digital number dan nilai reflektan.



Gambar III.3 Hasil download nilai reflektan

### III.4.2 RGB Sentinel-2

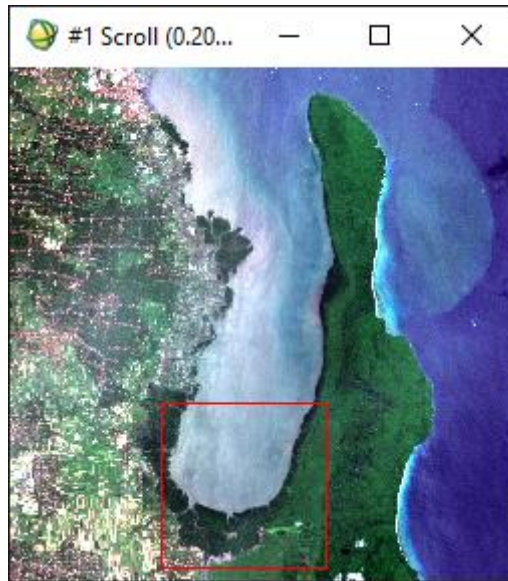
Format dari QGIS yaitu .jp2 yang selanjutnya dibuat RGB dengan komposit band 2,3,4 dan diatur kecerahan agar citra terlihat nyata sesuai dengan keadaan. Pembentukan RGB dimaksudkan untuk menentukan nilai koreksi geometrik yang akan di proses selanjutnya.



Gambar III.4 RGB Sentinel-2

### III.4.3 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan guna memperkecil daerah dikaji sesuai dengan ROI dan juga mengurangi data kapasitas data citra supaya kinerja komputer bisa lebih ringan.



Gambar III.5 Pemotongan citra RGB

#### III.4.4 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik merupakan proses memposisikan citra sehingga cocok dengan koordinat peta dunia yang sesungguhnya. Posisi geografis citra pada saat pengambilan data dapat menimbulkan distorsi karena perubahan posisi dan juga ketinggian sensor. Dalam akuisisi citra satelit, distorsi ini akan bertambah seiring dengan perbedaan waktu pembuatan peta dan akuisisi citra serta kualitas dari peta dasar yang kurang baik. Akibat dari kesalahan geometrik ini, maka posisi piksel dari citra satelit tersebut tidak sesuai dengan posisi yang sebenarnya.

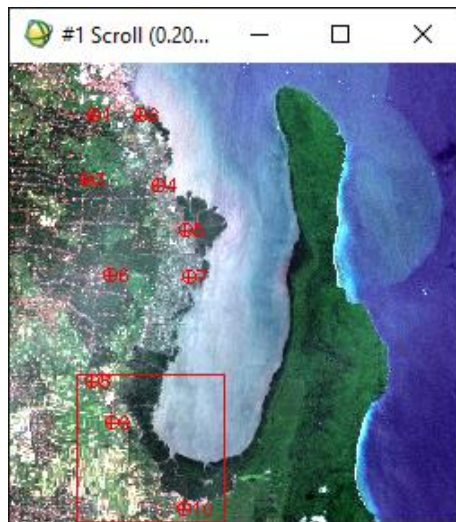
Koreksi *geometrik* ini dilakukan dengan perangkat lunak *ENVI 5.3*. Koreksi *geometrik* ini bertujuan untuk memperbaiki kesalahan geometrik yang terjadi, Mather (2004) mengelompokkan koreksi geometrik menjadi dua kategori, yakni : model geometri orbital dan transformasi berdasarkan titik kontrol di lapangan (ground control point, GCP).

Koreksi geometrik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *ENVI 5.3* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menggunakan *Map > Registration > Registration Image to Map* pada *Toolbox* *ENVI*.
- b. Kemudian akan tampil kotak dialog *image to map registration*, maka dilakukan pengaturan *georeferencing* dengan memilih sistem proyeksi koordinat, Datum, dan zona wilayah penelitian, klik OK.
- c. Kemudian akan tampil kotak dialog *Ground control points selection* dengan *display projection*, atur GCP yang akan dipasang pada citra dan atur koordinat yang didapat dari peta RBI atau Citra yang sudah di rektifikasi pada display koordinat *Easting* dan

*Northing.*

- d. Setelah prosedur diatas dilakukan dan hasil RMS sesuai dengan toleransi ketentuan yang diberikan maka simpan data GCP tersebut dengan cara klik *file > Save GCP > save Coefficients to ASCII.*
- e. Pilih *Warp from GCP Image to Map* pada toolbox *Map* untuk input kembali GCP yang sudah tersimpan pada langkah sebelumnya. Kemudian akan muncul kotak dialog *Input Warp Image*, pada kotak dialog tersebut pilih citra yang sudah dilakukan *stacking*. Lalu simpan pada *output* yang sudah disiapkan.
- f. Selesai



Gambar III.6 Persebaran GCP RGB 2,3,4

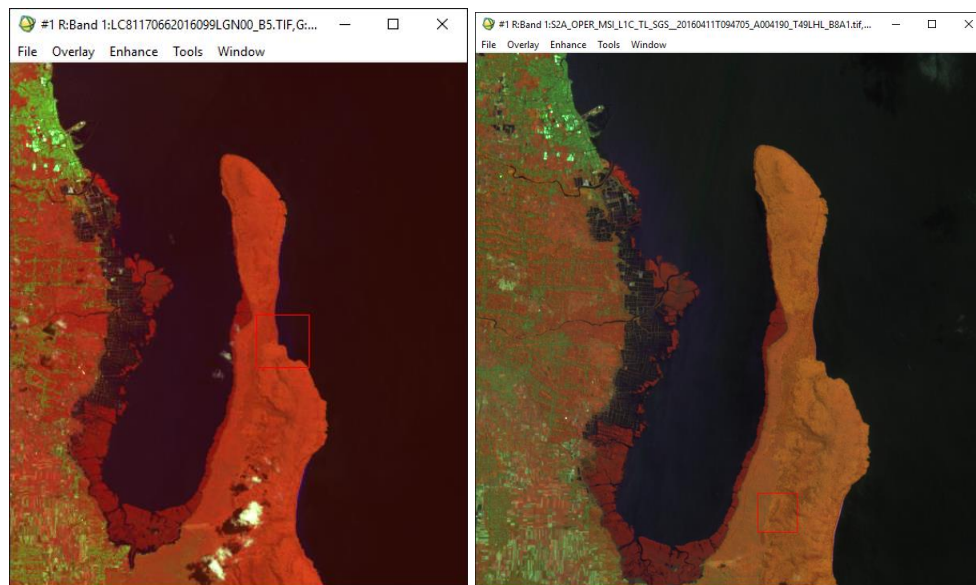
Parameter tingkat akurasi dari proses ini adalah nilai yang dipresentasikan oleh selisih antara koordinat titik kontrol hasil transformasi dengan koordinat titik kontrol, yang dikenal dengan nama *RMS<sub>error</sub>*.

Image to Map GCP List										
File Options										
	Map X	Map Y	Image X	Image Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS	
#1+	206894.69	9064630.54	6821.35	3655.35	6821.0439	3655.4921	-0.3061	0.1421	0.3375	
#2+	208137.54	9064626.50	6945.45	3655.55	6945.0292	3655.6948	-0.4208	0.1448	0.4450	
#3+	206703.08	9062914.25	6801.28	3827.60	6801.8174	3827.1666	0.5374	-0.4334	0.6904	
#4+	208654.38	9062752.13	6996.33	3843.06	6996.5844	3843.1224	0.2544	0.0624	0.2619	
#5+	209349.63	9061552.25	7066.00	3963.19	7066.0078	3963.0795	0.0078	-0.1105	0.1108	
#6+	207320.55	9060314.14	6863.17	4086.74	6863.3321	4087.1421	0.1621	0.4021	0.4335	
#7+	209452.55	9060282.88	7076.21	4090.24	7076.3148	4090.0714	0.1048	-0.1686	0.1985	
#8+	206875.86	9057514.65	6819.20	4367.30	6818.7419	4367.1637	-0.4581	-0.1363	0.4780	
#9+	207375.33	9056398.25	6868.39	4478.76	6868.6343	4478.8010	0.2443	0.0410	0.2477	
#10+	209312.93	9054063.38	7062.61	4712.29	7062.4843	4712.3464	-0.1257	0.0564	0.1378	

Gambar III.7 Hasil RMSe pada tiap GCP

### III.5 Penyusunan Komposite Warna Deteksi Mangrove

Penyusunan komposit warna diperlukan untuk mempermudah interpretasi citra indera. Susunan komposit warna dari kanal citra indera minimal terdapat kanal Inframerah dekat untuk mempertajam penampakan unsur vegetasi. Pemilihan kanal untuk proses komposit dilakukan dengan menggunakan metode Optimum Index Factor (OIF). OIF digunakan untuk menentukan kombinasi tiga kanal terbaik untuk menggambarkan informasi tertentu. Semakin besar nilai OIF yang dihasilkan semakin banyak informasi warna yang diperoleh dan sedikit duplikasi informasi, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai OIF tertinggi merupakan kombinasi kanal yang terbaik. Berdasarkan analisis OIF untuk data Landsat 8, maka komposit RGB yang digunakan untuk identifikasi mangrove adalah 573. Setelah dilakukan perbandingan panjang gelombang antara Landsat 8 dan Sentinel-2 maka dalam hal ini untuk menentukan komposite RGB dalam identifikasi mangrove Sentinel-2 yaitu band 5,8a,11.



Gambar III.8 Perbandingan RGB Landsat 8 dan Sentinel-2

#### III.5.1 Klasifikasi *Supervised*

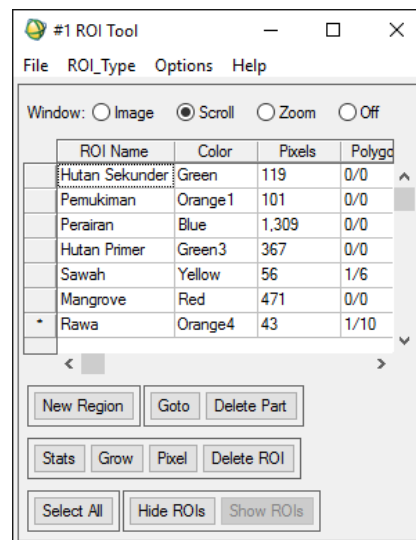
Klasifikasi *supervised* merupakan metode yang dipandu dan dikendalikan sebagian atau sepenuhnya oleh pengguna dalam klasifikasi. Klasifikasi *supervised* dapat diartikan sebagai teknik klasifikasi yang diawasi. Menurut Projo Danoedoro (1996) klasifikasi *supervised* ini melibatkan interaksi analis secara intensif, dimana analis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (training area). Sehingga pengambilan sampel perlu dilakukan dengan mempertimbangkan pola spektral pada setiap panjang



gelombang tertentu, sehingga diperoleh daerah acuan yang baik untuk mewakili suatu objek tertentu.

Klasifikasi terbimbing dalam hal ini mensyaratkan kemampuan pengguna dalam menguasai segala informasi terhadap lahan area yang dikaji. Maka langkah yang dilakukan adalah dengan data tata guna lahan dan juga dilakukan survei lapangan untuk menentukan area sampel yang akan dikaji. Analisis klasifikasi terbimbing perlu membuat *training area* pada tampilan citra. Dibutuhkan tipe-tipe sesuai dengan hasil kombinasi band RGB Sentinel-2 yaitu dengan band 5,8a,11. Berikut ini tahapan pengolahan *supervised classification* dengan menggunakan perangkat lunak *ENVI 5.3* :

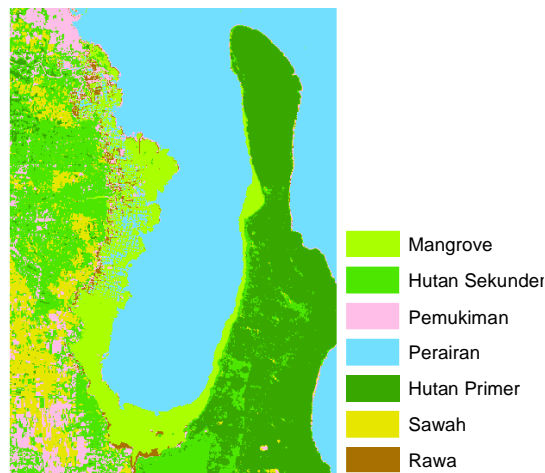
- a. Membuka data citra yang akan diklasifikasikan dengan *band-band* yang akan digunakan dalam melakukan komposit *natural colour*.
- b. Membuka ROI Tool untuk membuat klasifikasi penutup lahan dengan langkah memilih menu *Tools - Region Of Interest - ROI Tool*. Setelah keluar kotak dialog *ROI Tool* isikan pada *ROI Name* dan *Color* sesuai dengan hasil klasifikasi yang diinginkan. Berikut tipe-tipe tutupan lahan yang diambil dapat dilihat pada gambar III.9



Gambar III.9 ROI supervised classification

- c. Membuat *training* dengan langkah memilih ROI yang akan dibuat *training* kemudian memilih terlebih dahulu untuk jenis digitasi dengan klik *ROI Type* kemudian pilih *polygon*, *polyline*, atau *point*.
- d. Melakukan proses klasifikasi *supervised* dengan memilih menu *Classification – supervised – maximum likelihood*. Asumsi dari algoritma ini ialah bahwa obyek

homogen selalu menampilkan histogram yang terdistribusi normal. Pada algoritma ini, piksel dikelaskan sebagai objek tertentu bukan karena jarak euklidiennya, melainkan oleh bentuk, ukuran dan orientasi samel ada *feature* (ysng berupa elipsoida) (Shresta, 1991 dikutip dalam Danoedoro, 2012). Kemudian atur penyimpanan, OK. Hasil klasifikasi ini berdasarkan peta tutupan lahan dapat dilihat pada gambar III.10



Gambar III.10 Hasil *supervised classification*

e. Selesai

### III.5.2 Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satu metodenya adalah *confusion matrix*. Perhitungan akurasi merupakan prasyarat mutlak yang harus dilakukan dalam kegiatan klasifikasi *supervised*. Pada prinsipnya, *confusion matrix* menyusun data hasil klasifikasi dan hasil pengamatan di lapangan dalam sebuah tabel perbandingan persentase. Informasi dari setiap tipe penutupan lahan yang telah diproses akan dikoreksi menggunakan *confusion matrix*. Ketelitian seluruh hasil klasifikasi (overall accuracy) dari pengolahan tutupan lahan pada tahun 2016 adalah 99,18% dengan kappa coefficient sebesar 0,98. Maka hasil pengolahan tersebut sudah dapat dianggap benar karena klasifikasi citra dianggap benar jika perhitungan confusion matrix  $\geq 80\%$  merujuk pada gambar III.11



Konfusi Matrix - Notepad

File Edit Format View Help

Confusion Matrix: E:\Kuliah\Skrripsi\Band 5,8a,11\contoh 5

Overall Accuracy = (2446/2466) 99.1890%

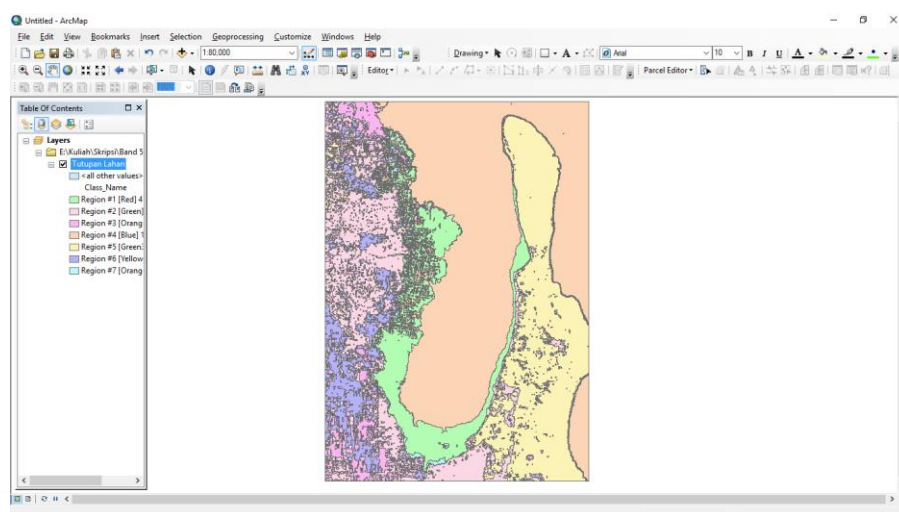
Kappa Coefficient = 0.9876

	Ground Truth (Pixels)					
Class	ROI:Hutan	SekROI:Pemukiman	ROI:Perairan	ROI:Hutan Pri	ROI:Sawah	
Unclassified	0	0	0	0	0	
HutanS #2 [Gr	116	0	0	1	1	
Pemuki #3 [Or	0	101	0	0	0	
Perair #4 [Bl	0	0	1309	0	0	
HutanP #5 [Gr	0	0	0	366	0	
Sawah #6 [Ye	3	0	0	0	55	
Mangro #1 [Re	0	0	0	0	0	
Rawa #7 [Or	0	0	0	0	0	
Total	119	101	1309	367	56	

Gambar III.11 Hasil *confussion matrix supervised*

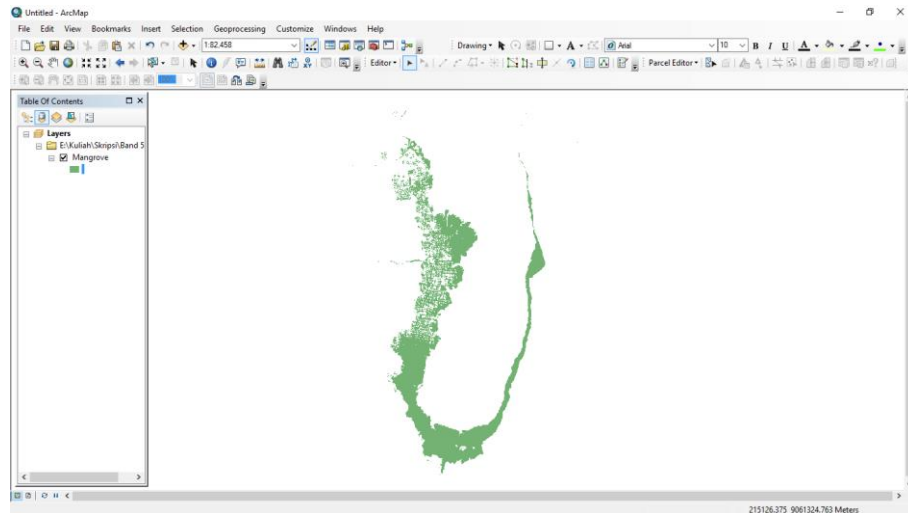
### III.5.3 Eksport ke format *shapefile*

Setelah melakukan klasifikasi *supervised* dengan akurasi >80% maka tahap selanjutnya adalah eksport area ke .shp. Tujuan dari eksport ke .shp yaitu untuk mengetahui luasan mangrove pada tahun 2016.



Gambar III.12 Hasil *supervised classification*

Untuk menentukan wilayah mangrove yaitu dengan masuk ke aplikasi ArcMap dengan eksoprt data wilayah mangrove. Merupakan langkah awal untuk menenukan batas dalam pengklasifikasian NDVI.






Gambar III.13 Luasan eksport mangrove

#### III.5.4 Ground Check

Dilakukan dengan pengecekan lapangan serta pengukuran GPS beberapa titik sampel dengan menggunakan *tracking* area dengan mengambil koordinat GCP dan deskripsi lapangan yang digunakan untuk koreksi geometrik serta pengecekan lapangan sebagai *supervised*. Dari data lapangan berupa koordinat serta gambaran yang sesuai/ketidaksesuaian lapangan.


Tabel III.2 Kondisi kesesuaian lapangan

No	Koordinat UTM		Kecamatan	Sesuai/Tidak Sesuai	Tutupan Lahan	Foto
	X	Y				
1	208140	9064570	Muncar	Sesuai	Pemukiman	
2	208645	9062756	Muncar	Sesuai	Tambak	
3	208783	9062532	Muncar	Sesuai	Tambak	

*Tabel III.3* Tabel Lanjutan

4	209352	9061786	Muncar	Sesuai	Tambak	
5	209351	9061555	Muncar	Sesuai	Rawa	
6	209403	9061416	Muncar	Sesuai	Rawa	
7	209447	9060288	Tegaldlimo	Sesuai	Mangrove	
8	209465	9060120	Tegaldlimo	Sesuai	Mangrove	
9	209639	9060397	Tegaldlimo	Sesuai	Mangrove	

Tabel III.4 Lanjutan Tabel

11	209301	9054060	Tegaldlimo	Sesuai	Mangrove	
12	209365	9054108	Tegaldlimo	Sesuai	Rawa	

### III.6 Analisis indeks vegetasi

Salah satu analisis indeks vegetasi adalah dengan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang bertujuan untuk menentukan tingkat kerapatan kanopi mangrove. Nilai indeks vegetasi (NDVI) dapat diformulasikan sebagai berikut (Rouse et al., 1974 in Hidayah, 2006)

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \dots\dots\dots III.1$$

Pada Sentinel-2 untuk menentukan nilai NDVI digunakan band 8 sebagai NIR dan band 4 sebagai RED (<https://sentinel.esa.int>).

Keterangan:

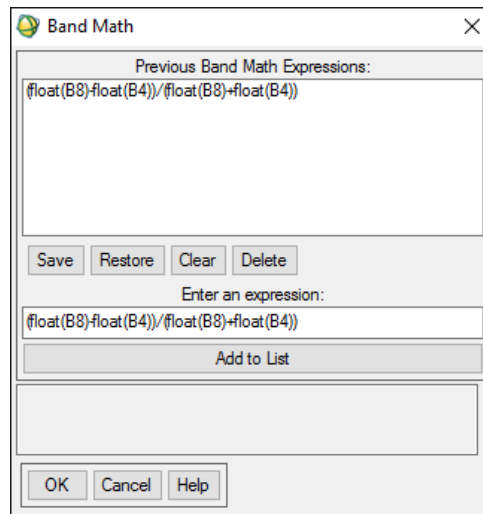
NIR = Nilai band spektral inframerah dekat

RED = Nilai band spektral merah.

Proses melakukan algoritma indeks vegetasi ini akan menghasilkan nilai spektral citra antara -1 sampai dengan 1. Selanjutnya dilakukan klasifikasi dengan memasukkan range nilai tiap jenis kesehatan vegetasi.

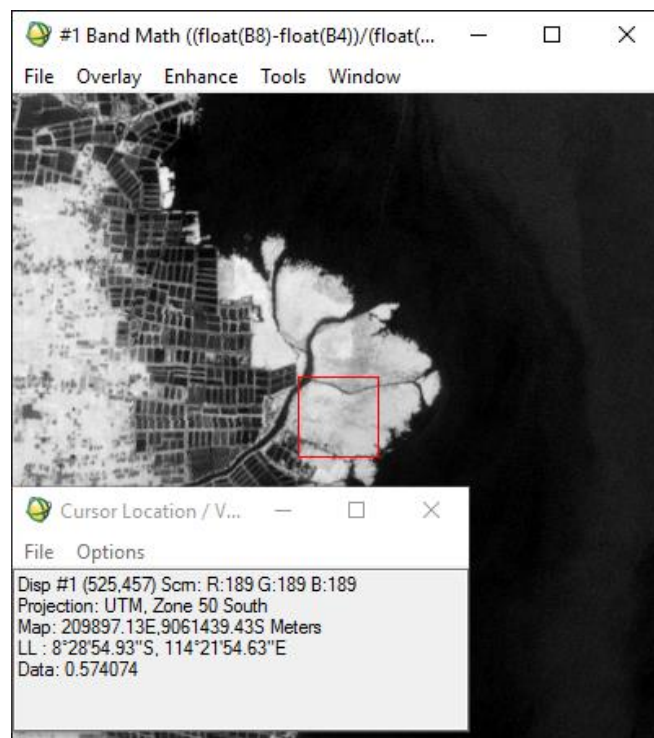
Dari hasil download data TOA Reflektan maka dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai NDVI didalam software *ENVI 5.3* dengan memasukkan algoritma ke dalam bandmath. Berikut ini tahapan pengolahan NDVI dengan menggunakan perangkat lunak *ENVI 5.3* :

- a. Membuka data citra yang akan dilakukan pengolahan NDVI lalu buka menu *Band math* pada *toolbar Basic tools*.
- b. Kemudian memasukan rumus NDVI pada menu *Band math* tersebut sesuai dengan citra yang digunakan. Klik OK, lalu atur penyimpanan.



Gambar III.14 Rumus bandmath NDVI

- c. Pengecekan area NDVI yaitu dengan *location value* apakah nilai sesuai dengan NDVI berkisar -1 sampai 1.



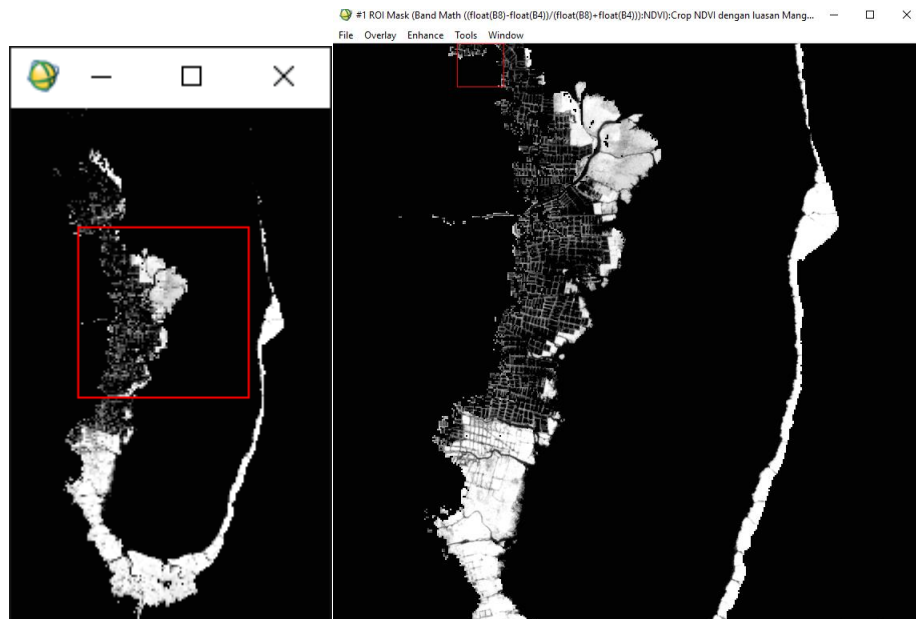
Gambar III.15 Nilai NDVI

Dilihat pada gambar III.14 merupakan daerah persebaran nilai NDVI mangrove. Setelah itu dapat dilakukan penelitian selanjutnya dengan menentukan nilai *ROI* yang dibuat sesuai dengan nilai klasifikasi kesehatan vegetasi.

- d. Selesai

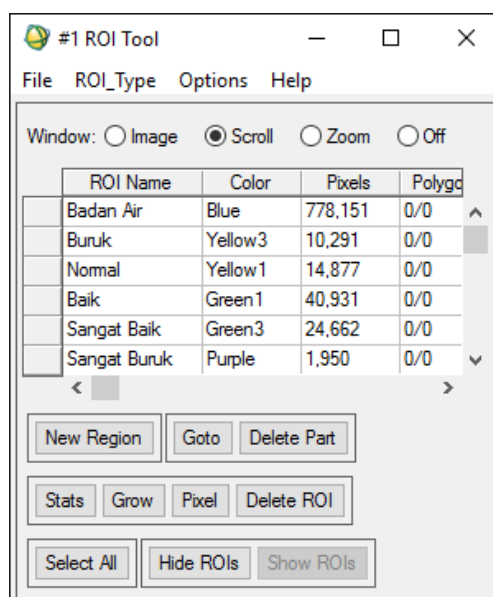
### III.7 Klasifikasi Kesehatan Vegetasi Mangrove

Pemotongan wilayah NDVI ini dimaksudkan untuk menentukan nilai indeks vegetasi untuk wilayah mangrove agar peneliti lebih terfokus kepada wilayah yang di kaji. Di bawah ini gambar III.16 merupakan wilayah yang telah dipotong dengan *shapefile* luasan mangrove.



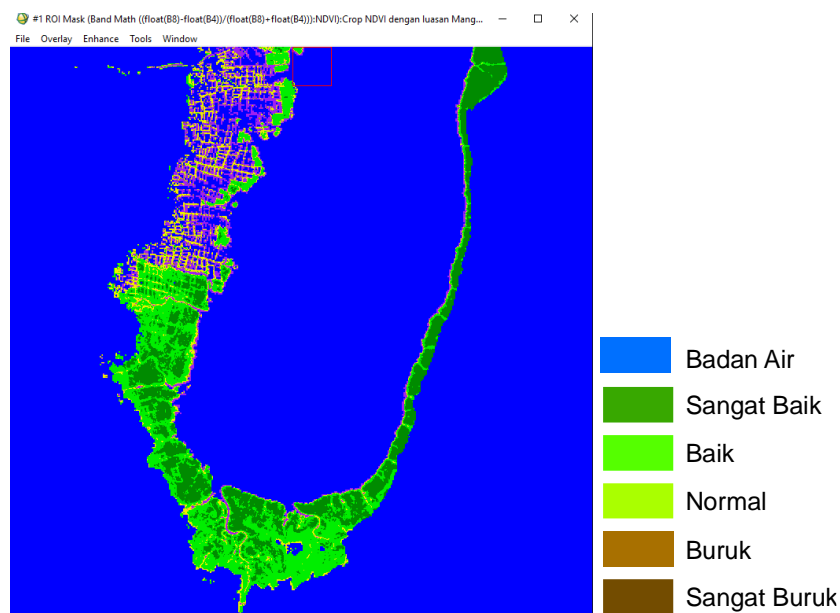
Gambar III.16 Persebaran nilai NDVI mangrove

Untuk menentukan klasifikasi tentang kesehatan vegetasi berdasarkan nilai NDVI yaitu dengan membuat rentang nilai klasifikasinya



Gambar III.17 ROI NDVI

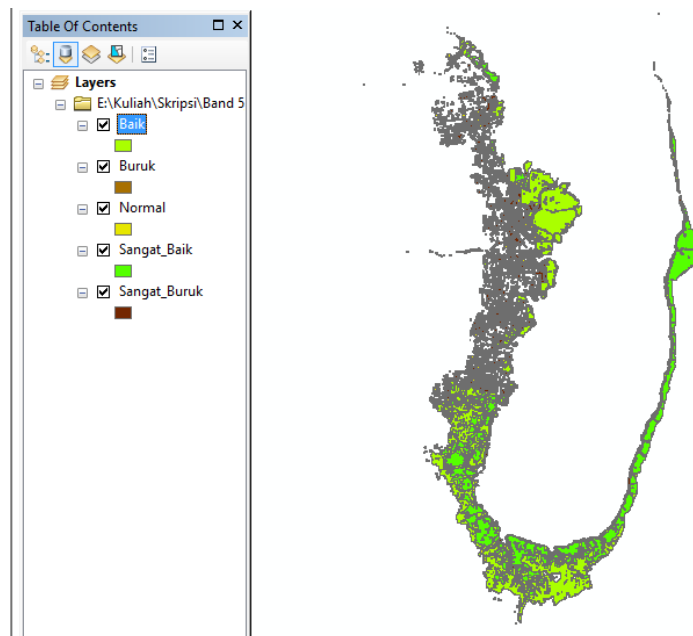
Setelah nilai *ROI* ditentukan maka dapat ditentukan persebaran kesehatan mangrove dilihat pada gambar



Gambar III.18 Persebaran kesehatan mangrove

#### III.7.1 Eksport ke format *shapefile*

Untuk mengetahui persebaran luas kesehatan mangrove maka dilakukan eksport ke *shapefile* dengan aplikasi *ArcMap 10.2*



Gambar III.19 Luasan kesehatan mangrove



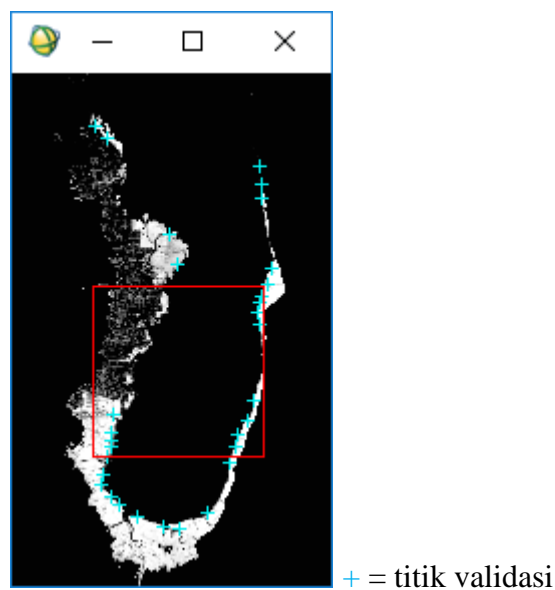
### III.7.2 Validasi Kerapatan

Validasi disini dimaksudkan untuk menentukan apakah benar nilai kerapatan yang berada di citra sesuai dengan nilai kerapatan yang dilakukan di lapangan. Proses validasi kerapatan menggunakan meteran 20 x 20m dengan menghitung jumlah tajuk. Pada proses ini perhitungan tajuk di lakukan pada 32 sampel di lapangan. Berikut merupakan gambar validasi lapangan



Gambar III.20 Sampel validasi lapangan

Untuk melakukan titik validasi menggunakan GPS Trimble Juno SB yang dilakukan *tracking* dan di tandai dengan *waypoint* hingga titik ke 32. Kemudian hasil *tracking* yang berformat .gpx diolah menjadi format *shapefile* agar bisa ditampilkan dengan hasil pengolahan citra. Berikut merupakan persebaran titik validasi.

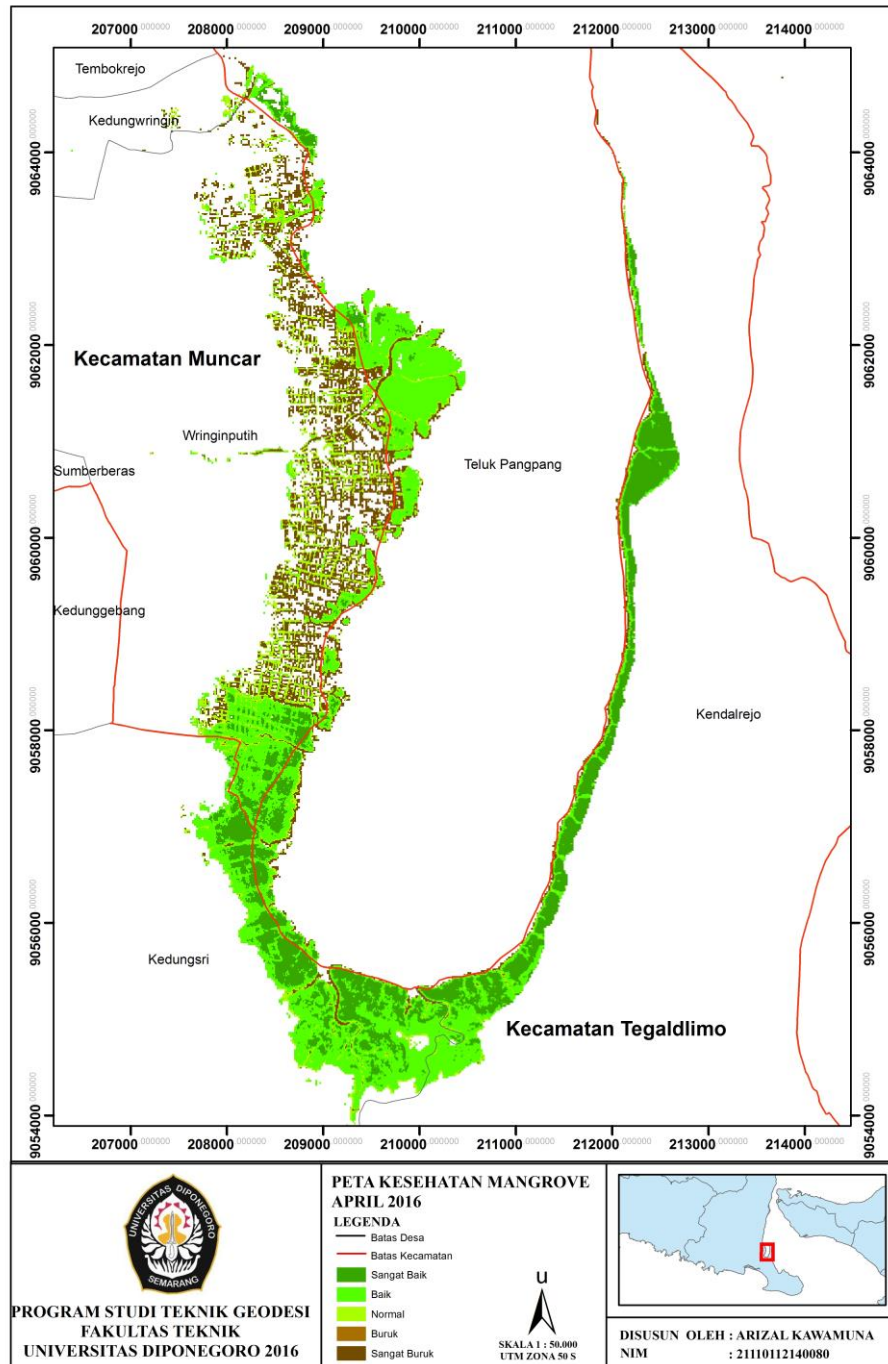


Gambar III.21 Persebaran titik validasi



### III.7.3 Tahap Analisa

Selanjutnya, dilakukan tahap akhir dari penelitian tugas akhir ini, yaitu penyusunan dan penulisan laporan berikut informasi petanya. Peta yang diperoleh dalam penelitian ini adalah peta kesehatan vegetasi mangrove.



Gambar III.22 Peta kesehatan mangrove

## Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dibahas proses pengumpulan dan pengolahan data secara sistematis sesuai dengan metodologi yang telah dibuat, kemudian akan dilakukan analisa sesuai dengan tujuan penelitian.

### IV.1 Koreksi Geometrik

Parameter tingkat akurasi dari proses ini adalah nilai yang dipresentasikan oleh selisih antara koordinat titik kontrol hasil transformasi dengan koordinat titik kontrol, yang dikenal dengan nama  $RMS_{error}$ . Nilai  $RMS_{error}$  yang rendah akan menghasilkan hasil yang akurat. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi  $RMS_{error}$  ini, yaitu tingkat ketelitian titik kontrol citra, jumlah dan distribusi letak titik kontrol, model transformasi yang digunakan (Modul Pelatihan ArcGIS tingkat dasar, 2007). Hasil koreksi Geometrik yang dilakukan dengan 10 GCP nilai  $RMS_{error}$  rata-rata yaitu 0,3341

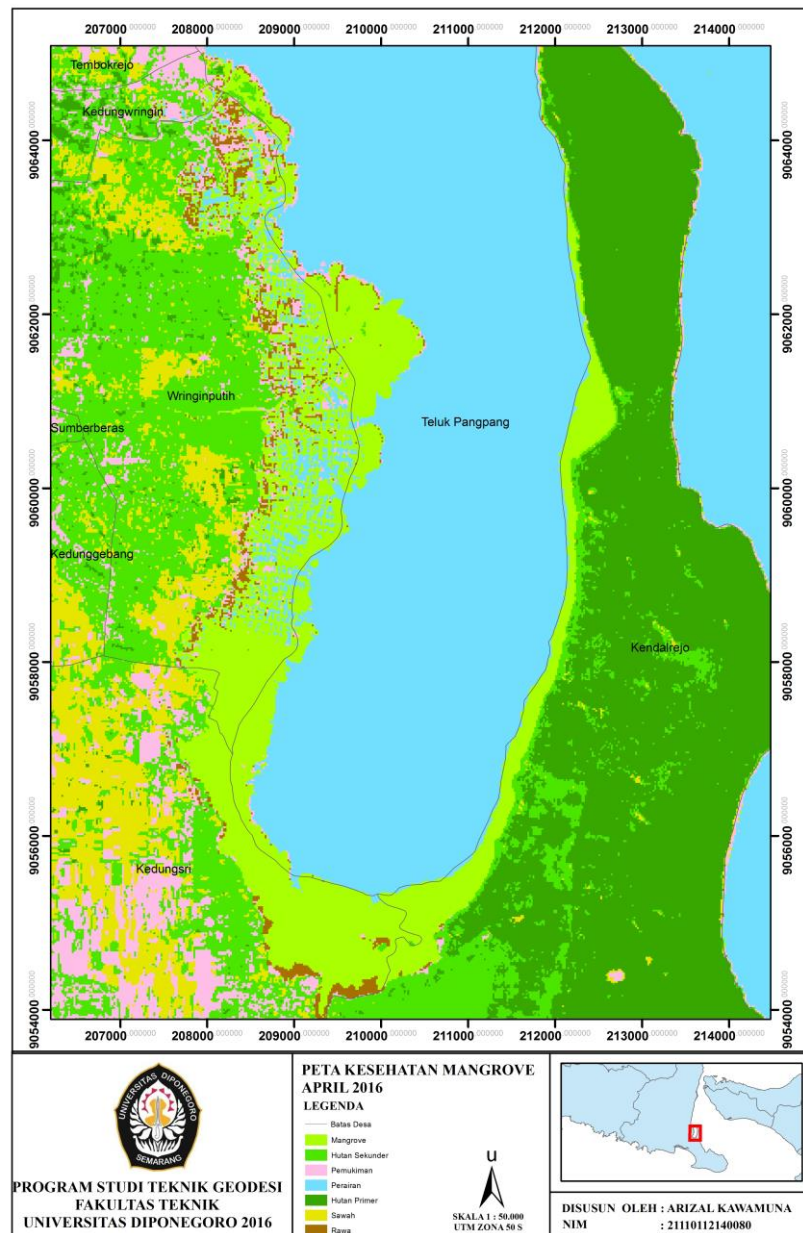
Tabel IV.1 Tabel GCP Citra Sentinel-2 Tahun 2016

Titik	Map X	Map Y	Image X	Image Y	Error X	Error Y	RMS
1	206894,69	9064630,54	6821,35	3655,35	-0,3061	0,1421	0,3375
2	208137,54	9064626,50	6945,45	3655,55	-0,4208	0,1448	0,4450
3	206703,08	9062914,25	6801,28	3827,60	0,5374	-0,4334	0,6904
4	208654,38	9062752,13	6996,33	3843,06	0,2544	0,0624	0,2619
5	209349,63	9061552,25	7066,00	3963,19	0,0078	-0,1105	0,1108
6	207320,55	9060314,14	6863,17	4086,74	0,1621	0,4021	0,4335
7	209452,55	9060282,88	7076,21	4090,24	0,1048	-0,1686	0,1985
8	206875,86	9067514,65	6819,20	4367,30	-0,4581	-0,1363	0,4780
9	207375,33	9066398,25	6868,39	4478,76	0,2443	0,0410	0,2477
10	209312,93	9064063,38	7062,61	4712,29	-0,1257	0,0564	0,1378
Rata-rata RMSe				0,3341			

### IV.2 Hasil Klasifikasi dan Luas Mangrove

#### IV.2.1 Hasil Klasifikasi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi *supervised*, dimana analis membuat area sampel terlebih dahulu. Pada penelitian ini dibutuhkan klasifikasi agar dapat mengetahui area mangrove pada penelitian. Berikut adalah hasil dari klasifikasi mangrove pada tahun 2016



Gambar IV.1 Hasil *supervised classification*

#### IV.2.2 Matriks Kesalahan

Untuk melihat akurasi penelitian pada klasifikasi *supervised* ini yaitu dengan menggunakan matriks konfusi dengan *software ENVI 5.3*. Matriks ini merupakan hasil dari proses klasifikasi dengan pembuatan area contoh dimana dari matriks dapat dilihat kelebihan atau kekurangan jumlah piksel pada masing-masing kelas. Berikut dapat dilihat tabel matriks kesalahan berdasarkan sampel.

Tabel IV.2 Matriks konfusi tahun 2016

Kelas	Hutan Sekunder	Pemukiman	Perairan	Hutan Primer	Sawah	Mangrove	Rawa	Total	Omisi (Pixel)	MA (%)
Hutan Sekunder	116	0	0	1	1	15	0	133	3	97,48
Pemukiman	0	101	0	0	0	0	0	101	0	100
Perairan	0	0	1309	0	0	0	0	1309	0	100
Hutan Primer	0	0	0	366	0	0	0	366	1	99,73
Sawah	3	0	0	0	55	0	0	58	1	98,21
Mangrove	0	0	0	0	0	456	0	456	15	96,82
Rawa	0	0	0	0	0	0	43	43	0	100
Total	119	101	1309	367	56	471	43	2466		
Komisi (Pixel)	17	0	0	0	3	0	0			
Overall Accuracy (%)	99,189									
Koefisien Kappa	0,9876									

Berdasarkan tabel diatas banyaknya piksel dalam sampel N adalah 2466. Banyak piksel dapat dihitung dari penjumlahan nilai diagonalnya.

- a. Ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X yang dapat dihitung dalam rumus:

$$MA = \frac{X_{cr} \text{ Piksel}}{X_{cr} \text{ Piksel} + X_o \text{ Piksel} + X_{co} \text{ Piksel}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{IV.1}$$

MA : Ketelitian Pemetaan (*Mapping Accuracy*)

X<sub>cr</sub> : Jumlah kelas X yang terkoreksi

X<sub>o</sub> : Jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain (Omisi)

X<sub>co</sub> : Jumlah kelas X tambahan dari kelas lain (Komisi)

$$\text{Hutan Sekunder} = \frac{116}{116+17+3} \times 100\% = 97,48\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{101}{101+0+0} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Perairan} = \frac{1309}{1309+0+0} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Hutan Primer} = \frac{366}{366+1+0} \times 100\% = 99,73\%$$

$$\text{Sawah} = \frac{55}{55+1+3} \times 100\% = 98,21\%$$

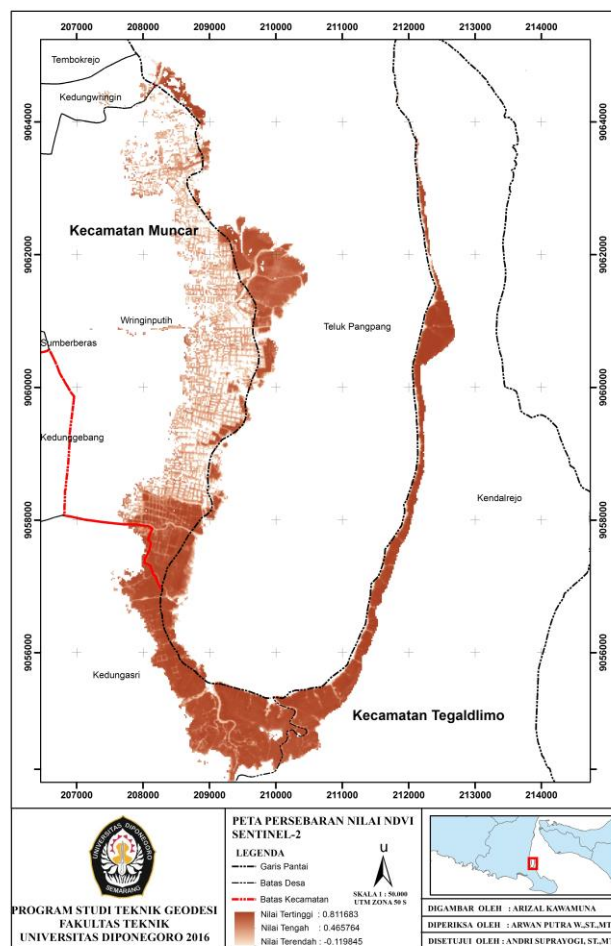
$$\text{Mangrove} = \frac{456}{456+15+0} \times 100\% = 96,82\%$$

$$\text{Rawa} = \frac{43}{43+0+0} \times 100\% = 100\%$$

Tingkat ketelitian sebagai kriteria utama klasifikasi tutupan lahan yaitu *overall accuracy* yang dilakukan lulus uji akurasi yaitu  $> 80\%$  (Short, 1982). Berdasarkan hasil dari uji akurasi didapatkan *overall accuracy* sebesar 99,189% dengan *kappa coefficient* sebesar 0,9876. Maka hasil pengolahan pada tahun 2016 tersebut sudah dapat dianggap benar karena klasifikasi citra dianggap benar jika hasil perhitungan *confusion matrix*  $\geq 80\%$ .

### IV.3 Hasil Persebaran Nilai NDVI

Dari hasil persebaran mangrove maka untuk menentukan persebaran nilai NDVI mangrove dilakukan *overlay* dengan luasan mangrove hasil *supervised*. Dibawah merupakan peta persebaran nilai NDVI mangrove di Teluk Pangpang dengan data tertinggi 0,811 dan terendah -0,119.



Gambar IV.2 Peta persebaran NDVI mangrove Teluk Pangpang

#### IV.4 Klasifikasi Kesehatan Mangrove berdasarkan Nilai NDVI

Indeks vegetasi merupakan saluran spektral yang menjadi salah satu indikator untuk mengetahui kerapatan vegetasi atau tingkat kehijauan suatu wilayah. Indeks vegetasi pada pengolahan data dilakukan dengan menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Indeks* (NDVI). Selain untuk mengetahui kerapatan dan kehijauan vegetasi, NDVI juga bisa digunakan untuk mengetahui tingkat kesehatan tanaman yang membagi kelas NDVI menjadi lima kelas yaitu, Sangat Baik, Baik, Normal, Buruk, dan Sangat Buruk.

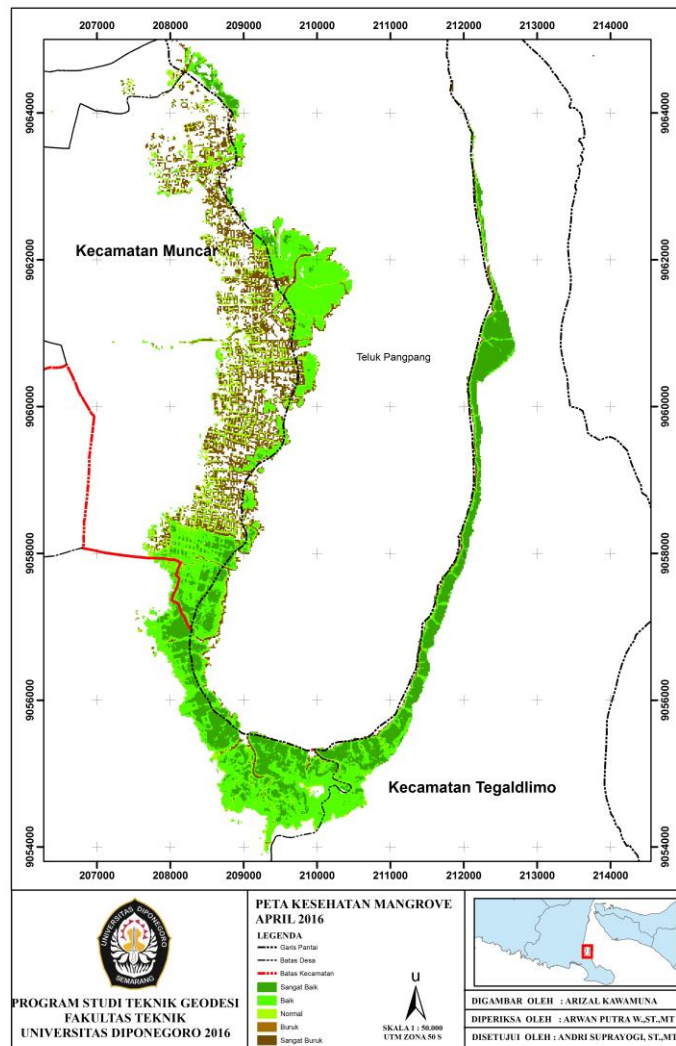
*Tabel IV.3 Hubungan Nilai NDVI dengan Kesehatan dan Kepadatan Tanaman.*

Kesehatan Tanaman & Kepadatan Tanaman	Nilai NDVI
Sangat Baik	0,72 - 0,92
Baik	0,42 - 0,72
Normal	0,22 - 0,42
Buruk	0,12 - 0,22
Sangat Buruk	-0,1 - 0,12

(Sumber : <http://endeleo.vgt.vito.be/dataproducts.html>)

Variasi nilai indeks vegetasi mencerminkan kondisi jenis vegetasi dan karakteristik lainnya dari vegetasi yang diwakili. Setiap jenis objek tertentu akan memberikan nilai indeks vegetasi sesuai dengan karakteristiknya. Berdasarkan hal tersebut, karakteristik suatu objek dapat diketahui melalui analisis nilai-nilai indeks vegetasi (Harsanugraha, 1996).

Dengan pendekatan rasio antara kelas mangrove lebat dengan mangrove jarang berarti makin tinggi nilai rasio tersebut (nilai max = 1), maka makin baik kualitas mangrove setempat (Dewanti, 1999).



Gambar IV.3 Hasil persebaran kesehatan mangrove

#### IV.5 Hasil dan Analisis Kesehatan Vegetasi Mangrove Tahun 2016

Dari data hasil klasifikasi vegetasi mangrove berdasarkan nilai NDVI maka dapat diketahui luasan tiap kelas dari hasil klasifikasi dalam tabel IV.4

Tabel IV.4 Luas (ha) dari Tingkat Kesehatan Mangrove

Nilai NDVI	Kriteria	Luas (Ha)	Luas (%)
0,72 - 0,92	Sangat Baik	246.62	23.73
0,42 - 0,72	Baik	409.31	39.39
0,22 - 0,42	Normal	148.77	14.32
0,12 - 0,22	Buruk	19.62	1.89
-0,1 - 0,12	Sangat Buruk	214.89	20.68
Total		1039.21	100

Berdasarkan tabel IV.4 Luas mangrove di wilayah Teluk Pangpang Banyuwangi sebesar 1039.21 ha. Dari total luas tersebut 246,62 ha merupakan daerah mangrove dengan kondisi sangat baik, 409,31 ha merupakan daerah mangrove dengan kondisi baik, 148,77 ha merupakan daerah mangrove dengan kondisi normal, 19,62 ha merupakan daerah mangrove dengan kondisi buruk, 214,89 ha merupakan daerah mangrove dengan kondisi sangat buruk.

Berdasarkan persebaran kondisi mangrove di wilayah Kecamatan Tegaldlimo mempunyai tingkat kesehatan yang lebih baik dibandingkan di Kecamatan Muncar. Hal ini dikarenakan di Kecamatan Tegaldlimo sendiri tepatnya di Alas Purwo merupakan tempat konservasi mangrove sehingga pengelolaan mangrove pada daerah tersebut dikelola dengan baik. Pada daerah Kecamatan Muncar kondisi mangrove sangat rentan dengan kondisi kesehatan yang sangat buruk. Hal ini dapat dikarenakan pembangunan, industri, tambak yang menjadi penyebab terancamnya keberadaan mangrove. Jika mengacu pada Keputusan Menteri Negeri Lingkungan Hidup Nomor 204 tahun 2004 tentang Kriteria Buku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Hutan Mangrove, hutan mangrove di Teluk Pangpang Banyuwangi berkategori baik ditinjau dari aspek kerapatan dan penutupan.

#### IV.6 Hasil Validasi Lapangan

Validasi dilakukan ke beberapa sampel tempat dilapangan yaitu dengan pelacakan titik menggunakan alat GPS Trimble Juno SB. Survei dilakukan dengan pemilihan titik sampel dilakukan secara random dengan tiap sampel berukuran 20m x 20m. Validasi dilakukan untuk menghubungkan antar nilai kerapatan jenis mangrove dengan nilai NDVI di lapangan. Menurut (Bengen 2000) yaitu jumlah tegakan jenis i dalam suatu unit area, dapat dihitung dengan formula

$$Di = \frac{n(i)}{A} \text{ (idn/m}^2\text{)} \dots\dots\dots \text{IV.2}$$

Dimana :

- Di = Kerapatan Jenis i
- n(i) = Jumlah total tegakan dari jenis i
- A = Luas total area pengambilan sampel (kelas)

##### IV.6.1 Kondisi Kerapatan Mangrove

Kerapatan mangrove disetiap daerah berbeda, tergantung pada banyaknya jumlah mangrove di daerah tersebut dan seberapa luas daerah tersebut. Semakin banyak jumlah mangrove di suatu daerah, maka semakin padat pula mangrovenya.



*Tabel IV.5 Kriteria kerusakan mangrove*

Kriteria	Tingkat Kerapatan	Kerapatan (Pohon/Ha)
Baik	Sangat Padat	$\geq 1500$
	Sedang	$1500 \geq \text{Pohon} > 1000$
Rusak	Jarang	$< 1000$

(Sumber : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004)

Menurut Menteri Lingkungan Hidup (2004) suatu kawasan hutan mangrove tingkat kerusakannya dapat diketahui dari luas penutupan tajuk dan kerapatan pohon/ha.

Di bawah merupakan tabel hasil validasi di lapangan

*Tabel IV.6 Hasil validasi kesesuaian kriteria kerusakan mangrove*

No	Koordinat UTM		Pohon/ha	Kriteria	Sesuai/Tidak Sesuai
	X(m)	Y(m)			
1	212101,9	9063650,2	1600	Baik	Sesuai
2	212110,3	9063620,2	3025	Baik	Sesuai
3	212131,1	9063200,1	2025	Baik	Sesuai
4	212161,2	9062908,6	2025	Baik	Sesuai
5	212167,1	9060629,4	1600	Baik	Sesuai
6	212117,1	9060449,4	3025	Baik	Sesuai
7	212153,7	9060630,2	2500	Baik	Sesuai
8	212101,7	9060449,5	2500	Baik	Sesuai
9	212072,9	9060249,3	1225	Baik	Sesuai
10	212108,3	9059951,2	1225	Baik	Sesuai
11	211979,2	9058191,1	2025	Baik	Sesuai
12	211807,3	9057731,2	3025	Baik	Sesuai
13	211607,4	9057412,7	2025	Baik	Sesuai
14	211533,6	9057121,4	2025	Baik	Sesuai
15	211421,5	9056722,5	2025	Baik	Sesuai
16	210870,6	9055561,4	2500	Baik	Sesuai
17	209848,8	9055239,3	2025	Baik	Sesuai
18	210234,9	9055189,9	3025	Baik	Sesuai
19	209285,3	9055491,4	2500	Baik	Sesuai
20	208837,2	9055749,8	2025	Baik	Sesuai
21	208654,1	9055950,2	2025	Baik	Sesuai
22	208425,4	9056210,4	2500	Baik	Sesuai
23	208453,3	9056440,9	2025	Baik	Sesuai
24	208549,4	9056891,1	2025	Baik	Sesuai
25	208638,9	9057100,8	1600	Baik	Sesuai
26	208661,1	9057260,9	2500	Baik	Sesuai
27	208673,2	9057459,3	3025	Baik	Sesuai
28	208697,2	9057851,1	3025	Baik	Sesuai

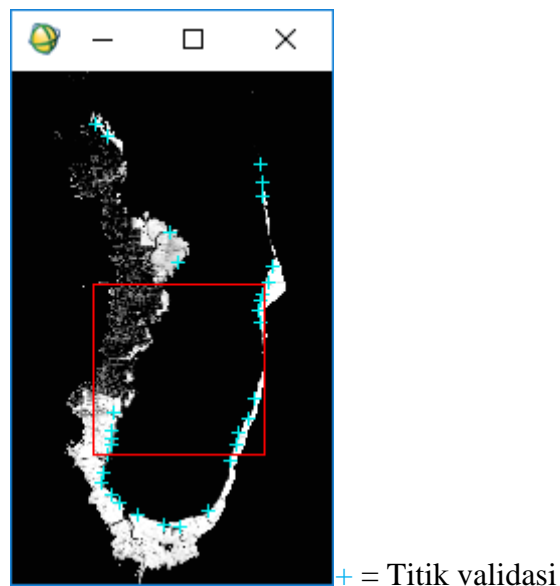
*Tabel IV.7 Tabel Lanjutan*

29	210180,1	9061342,2	1600	Baik	Sesuai
30	209989,1	9062049,9	1600	Baik	Sesuai
31	208290,2	9064551,1	2500	Baik	Sesuai
32	208560,5	9064291,7	2025	Baik	Sesuai

Dari tabel IV.6 menjelaskan dari ke 32 sampel tersebut bahwa Teluk Pangpang yang berada di Kabupaten Banyuwangi tersebut berkriteria baik.

#### IV.6.2 Validasi Hasil Pengolahan Citra

Validasi data dilakukan dengan mengkorelasikan hasil pengolahan citra berdasarkan algoritma NDVI dengan nilai kerapatan mangrove di lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa prosentase hasil pengolahan citra yang merepresentasikan kondisi sebenarnya di lapangan. Penentuan analisis korelasi dilakukan dengan cara mengambil sampel secara acak sebanyak 32 titik sampel yang mewakili penyebaran indeks vegetasi.



Gambar IV.4 Persebaran titik sampel validasi tajuk

Sampel nilai kerapatan mangrove diambil dengan menghitung jumlah tajuk di ukuran 20m x 20m yang menyebar di daerah Kecamatan Muncar dan Kecamatan Tegaldlimo.



Gambar IV.5 Sampel pengambilan nilai tajuk di lapangan

Sebaran titik yang digunakan dalam uji korelasi yang mendeskripsikan hubungan antara nilai NDVI pada citra dengan nilai kerapatan jenis, sebagai berikut :

*Tabel IV.8* Data Sebaran Nilai NDVI pada Citra terhadap Nilai Kerapatan Jenis di Lapangan

No	Koordinat UTM		Nilai NDVI	Nilai Kerapatan Jenis(idn/m <sup>2</sup> )
	X(m)	Y(m)		
1	212101,9	9063650,2	0,128	23,04
2	212110,3	9063620,2	0,339	174,24
3	212131,1	9063200,1	0,432	262,44
4	212161,2	9062908,6	0,213	51,84
5	212167,1	9060629,4	0,346	144
6	212117,1	9060449,4	0,391	189,0625
7	212153,7	9060630,2	0,615	324
8	212101,7	9060449,5	0,719	400
9	212072,9	9060249,3	0,269	76,5625
10	212108,3	9059951,2	0,097	17,64
11	211979,2	9058191,1	0,482	182,25
12	211807,3	9057731,2	0,676	392,04
13	211607,4	9057412,7	0,366	126,5625
14	211533,6	9057121,4	0,489	182,25
15	211421,5	9056722,5	0,34	81
16	210870,6	9055561,4	0,608	306,25
17	209848,8	9055239,3	0,727	466,56
18	210234,9	9055189,9	0,687	370,5625
19	209285,3	9055491,4	0,752	506,25
20	208837,2	9055749,8	0,187	29,16
21	208654,1	9055950,2	0,62	324

Tabel IV.9 Tabel Lanjutan

No	Koordinat UTM	Nilai NDVI	Nilai NDVI	Nilai Kerapatan Jenis(idn/m <sup>2</sup> )
	X(m)	Y(m)		
22	208425,4	9056210,4	0,688	400
23	208453,3	9056440,9	0,583	466,56
24	208549,4	9056891,1	0,507	466,56
25	208638,9	9057100,8	0,507	196
26	208661,1	9057260,9	0,345	100
27	208673,2	9057459,3	0,736	484
28	208697,2	9057851,1	0,631	309,76
29	210180,1	9061342,2	0,403	92,16
30	209989,1	9062049,9	0,554	196
31	208290,2	9064551,1	0,667	400
32	208560,5	9064291,7	0,689	357,21

Sumber : Hasil Pengolahan dan Perhitungan

Sebelum melakukan uji korelasi dan signifikansi, data yang digunakan terlebih dahulu dilakukan uji distribusi normal untuk mengetahui nilai tersebut tergolong normal atau tidak,

Tabel IV.10 Perhitungan uji distribusi normal

		Unstandardized Residual
N		32
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	0,0000000
	Std. Deviation	63,80886800
Most Extreme Differences	Absolute	0,117
	Positive	0,117
	Negative	-0,083
Kolmogorov-Smirnov Z		0,661
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,775

Berdasarkan hitungan yang didapatkan, menunjukkan bahwa nilai distribusinya 0,775, Syarat dari distribusi normal yaitu jika nilai sig > 0,05 berarti berarti normal. Perhitungan ini menggunakan metode *Kolmogrov-Smirnov Z*.

Jika hasil dari perhitungan masuk distribusi normal, maka selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan uji linearitas.

Sebelum pengujian statistik, langkah awal yang dilakukan adalah pembuatan hipotesis.

H0 : Adanya hubungan antara nilai NDVI terhadap nilai kerapatan jenis,

H1 : Tidak adanya hubungan antara nilai NDVI terhadap nilai kerapatan jenis,

*Tabel IV.11 Uji Linearitas*

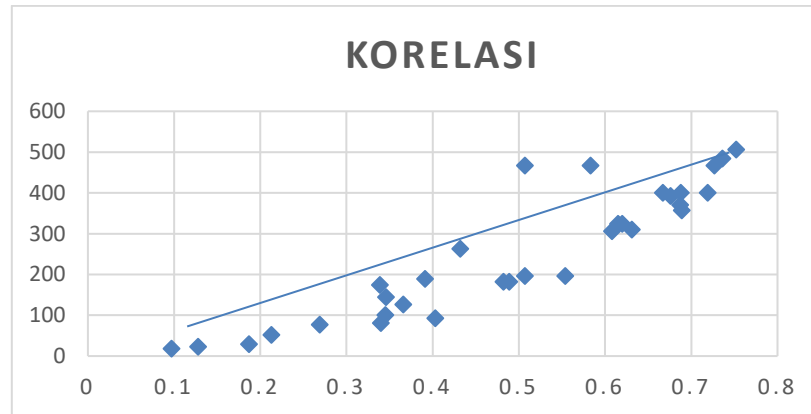
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Nilai Kerapatan * Nilai NDVI	Between Groups	(Combined)	706292,895	30	23543,096	0,643	0,778
		Linearity	616675,531	1	616675,531	16,848	0,152
		Deviation from Linearity	89617,364	29	3090,254	0,084	0,998
	Within Groups		36601,357	1	36601,357		
	Total		742894,251	31			

Dari hasil hitungan ini juga dapat membuat keputusan dari hipotesis yang dibuat. Patokan pengambilan keputusan sebagai berikut:

- Jika probabilitas atau signifikansi  $> 0,05$ , H0 diterima.
- Jika probabilitas atau signifikansi  $> 0,05$ , H1 ditolak.

Berdasarkan hasil di atas bahwa nilai signifikasinya adalah 0,998 lebih besar dari 0,05 artinya terdapat hubungan linear secara signifikan antara nilai NDVI dan Nilai Kerapatan Jenis.

Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,83 atau koefien korelasinya ( $R$ ) sebesar 0,91. Sehingga dapat dikatakan antara nilai hasil prediksi dan hasil pengukuran lapangan berkorelasi sebesar 91 %. Hasil analisis korelasi apabila ditinjau dari tingkat hubungan korelasi, hasil penelitian termasuk korelasi sangat kuat (0,75–1,00). Koefisien korelasi bertanda positif artinya hubungan nilai NDVI pada citra dengan nilai kerapatan jenis, sehingga jika nilai NDVI tinggi, maka nilai kerapatan tajuk juga semakin tinggi. Hal ini dapat dimaklumi karena pengukuran dengan penginderaan jauh sudah tentu tidak akan seteliti dengan pengukuran langsung di lapangan. Berdasarkan hasil validasi ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan NDVI pada citra satelit Sentinel-2 cukup optimal untuk analisa kesehatan vegetasi mangrove. Hasil korelasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar IV.6 Hasil Korelasi

Hasil regresi pada gambar IV.6 mempunyai persamaan  $y = 739,826x - 112,006$ . Setelah diperoleh nilai korelasi, maka dilakukan uji signifikansi data atau uji T.

Ho : Tidak adanya pengaruh signifikan antara nilai NDVI dengan nilai kerapatan jenis.

H1 : Adanya pengaruh signifikan antara nilai NDVI dengan nilai kerapatan jenis.

Tabel IV.12 Perhitungn uji T

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-112,066	32,265		-3,473	0,002
Nilai NDVI	739,826	61,109	0,911	12,107	0,000

Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%, maka nilai  $\alpha = 0,05$

Berdasarkan hasil hitungan tersebut, maka didapatkan nilai T hitung sebesar 12,107 dan nilai Sig sebesar 0,000, Dasar pengambilan keputusan dalam uji T

1. H0 diterima dan H1 ditolak jika nilai T hitung  $>$  T tabel atau jika nilai Sig  $<$  0,05.
2. H0 ditolak dan H1 diterima jika nilai T hitung  $<$  T tabel atau jika nilai Sig  $>$  0,05.

Nilai T 12,107  $>$  2,04 dan Sig 0,000  $<$  0,05, artinya H0 ditolak dan H1 diterima, maka ada pengaruh signifikan antara nilai NDVI dengan nilai kerapatn jenis.

## **Bab V PENUTUP**

### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pengolahan *Supervised Classification* menggunakan nilai digital number. Langkah awal adalah membentuk komposit band *true colour*. Band komposit *true colour* yang digunakan untuk memudahkan identifikasi mangrove secara visual adalah band 5, 8a, dan 11. Klasifikasi *supervised* memerlukan training area sebagai sampel dari nilai digital number. Training area tersebut bergantung pada kemampuan mengidentifikasi lapangan. Training area akan mengklasifikasi daerah yang nilai digital numbernya memiliki nilai yang sama.
2. Hasil overlay antara luas mangrove dengan nilai NDVI didapatkan persebaran nilai NDVI mangrove dengan nilai terendah sebesar -0,119 dan tertinggi 0,811.
3. Hasil analisis luas mangrove pada bulan april 2016 menggunakan citra Sentinel-2 di wilayah Teluk Pangpang Banyuwangi sebesar 1039,21 ha. Dari total luas tersebut 246,62 ha atau 23,73% merupakan daerah mangrove dengan kondisi sangat baik. 409,31 ha atau 39,39% merupakan daerah mangrove dengan kondisi baik. 148,77 ha atau 14,32% merupakan daerah mangrove dengan kondisi normal. 19,62 ha atau 1,89% merupakan daerah mangrove dengan kondisi buruk. 214,89 ha atau 20,6% merupakan daerah mangrove dengan kondisi sangat buruk. Hasil analisis persebaran kondisi mangrove di wilayah Kecamatan Tegaldlimo mempunyai tingkat kesehatan yang lebih baik dibandingkan di Kecamatan Muncar. Hal ini dikarenakan di Kecamatan Tegaldlimo sendiri tepatnya di Alas Purwo merupakan tempat konservasi mangrove sehingga pengelolaan mangrove pada daerah tersebut terkelola dengan baik. Pada daerah Kecamatan Muncar kondisi mangrove sangat rentan dengan kondisi kesehatan yang sangat buruk. Hal ini dapat dikarenakan pembangunan, industri, tambak yang menjadi penyebab terancamnya keberadaan mangrove.

### **V.2 Saran**

1. Sebaiknya dilakukan dengan citra resolusi spasial, spektral, dan temporal yang tinggi sehingga dalam proses menentukan luas dapat dilakukan secara maksimal.

2. Sebaiknya menggunakan citra yang bersih atau bebas dari awan untuk meminimalkan cakupan area yang tidak memiliki nilai spektral akibat pengaruh dari tutupan awan.
3. Perlunya penerapan alternatif algoritma inderaja dalam penentuan deteksi mangrove untuk citra Sentinel-2.
4. Penelitian dapat dikembangkan dengan menyertakan pengaruh sedimentasi atau pasang surut terhadap perkembangan vegetasi mangrove.
5. Verifikasi sebaiknya tidak hanya mengambil koordinat, dokumentasi dan perhitungan tajuk, tapi analisa tentang faktor lain yang mempengaruhi kesehatan mangrove.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, Rendi. 2015. *Analisi Korelasi Perubahan Garis Pantai Terhadap Luasan Mangrove di Wilayah Pesisir Pantai Semarang*. Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang.
- Danoedoro, P. 1996. *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- FAO. 1982. *Management and Utilization of Mangroves in Asia and The Pacific*. FAO Environment Paper. Rom
- Laremba, Syamsul. 2014. *Sebaran dan Kerapatan Mangrove di Teluk Kota Sulawesi Tenggara*. Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Lillesand, T.M. dan R,W, Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Diterjemahkan oleh Dulbahri. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lo, C.P. 1996. *Penginderaan Jauh Terapan*, Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Tyas. 2013. *Analisa Kesehatan Mangrove Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index Menggunakan Citra ALOS AVNIR-2*. Teknik Geomatika ITS. Surabaya.
- Saefurahman. 2008. *Distribusi, Kerapatan dan Perubahan Luas Vegetasi Mangrove Gugus Pulau Pari Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Fosfat 2 dan Landsat 7/ETM+*. Ilmu dan Teknologi Kelautan IPB. Bogor.
- Sarwono, J. dan Budiono, H. 2012. *Statistik Terapan Aplikasi Untuk Riset Skripsi, Tesis dan Disertasi (Menggunakan SPSS, AMOS, dan Excel)*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Setaiwan, Firman. 2013. *Pemetaan Luas Kerapatan Hutan Mangrove Sebagai Kawasan Konservasi Laut di Nusa Lembongan, Bali Menggunakan Citra*, Ilmu Kelautan Universitas Padjajaran. Bandung.
- Vaiphasa, C. 2006. *Remote Sensing Techniques for Mangrove Mapping*, International Institute for Geo-information Science & Earth Observation. Enschede. ITC. The Netherlands.

- Wahyudi, B. 2012. Pemetaan Sebaran Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Pesisir Pantai Selatan Kabupaten Banyuwangi. Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang.
- Bengen, Dietrich G. 2004. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB. Bogor.
- BIG. 2014. Pedoman Teknis Data Geospasial Mangrove. Badan Informasi Geospasial. Bogor
- BLH. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004. Badan Informasi Lingkungan Hidup. Banyuwangi.
- Banyuwangi. <http://gis.banyuwangikab.go.id/> Diakses 21 April 2016
- Banyuwangi. <http://www.banyuwangi.us/> Diakses 21 April 2016
- ESA. <http://sentinel.esa.int> Diakses pada tanggal 20 April 2016
- Edeleo. <http://endeleo.vgt.vito.be/dataproducts.html> Diakses pada tanggal 20 april 2016